

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 347**

51 Int. Cl.:

G01L 11/02 (2006.01)

G21C 17/06 (2006.01)

G21C 21/02 (2006.01)

G21C 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2015 E 15160503 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017 EP 3073240**

54 Título: **Método de control de presión en una varilla de combustible**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.04.2018

73 Titular/es:
**WESTINGHOUSE ELECTRIC SWEDEN AB
(100.0%)
721 63 Västerås, SE**

72 Inventor/es:
**ROSTVALL, THOMAS y
LÖF HELMERSSON, PONTUS**

74 Agente/Representante:
ARIAS SANZ, Juan

ES 2 663 347 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

Método de control de presión en una varilla de combustible

Campo técnico

5 La invención se refiere a controlar la presión de gas en una varilla de combustible nuclear, especialmente durante el sellado de la varilla de combustible, por ejemplo, mediante soldadura.

Antecedentes y técnica anterior

10 Las varillas de combustible habituales para reactores nucleares comprenden un tubo de vaina, y se insertan pastillas de combustible en el tubo de vaina junto con un resorte para sujetar las pastillas de combustible en su posición. Cada varilla de combustible se presuriza con un gas, normalmente helio, y posteriormente se tapa la varilla de combustible. La varilla de combustible se tapa por medio un tapón que se presiona hacia el interior del tubo de vaina. El tapón se sella, normalmente por medio de soldadura, al tubo de vaina, con el fin de garantizar que se mantenga la presión dentro de la varilla de combustible. Sin embargo, esta soldadura puede realizarse a una presión circundante menor que la presión dentro de la varilla de combustible. Una varilla de combustible tapada puede experimentar fuga de gas antes de que el tapón se haya sellado, y de ese modo perder algo de presión. Una varilla de combustible con una presión demasiado baja puede no funcionar apropiadamente y también puede producir daño cuando se hace funcionar en el procedimiento nuclear. Por tanto, es importante garantizar que la presión dentro de la varilla de combustible se mantenga a un nivel apropiado tras el sellado de la varilla de combustible.

20 El documento US 5.319.178 ("Sando") ilustra un aparato de soldadura para soldar tapones a varillas de combustible, aparato que sujeta la varilla de combustible y aplica una presión a la varilla de combustible durante la soldadura. La figura 7 en el documento "Sando" ilustra una varilla de combustible P que se sujeta mediante un mecanismo de sujeción F3, y un tapón C se suelda a la parte superior de la varilla de combustible P dentro de la cámara de soldadura 18. Se usa un mecanismo de prensado F1 para aplicar presión a la conexión entre la varilla de combustible P y el tapón C durante la soldadura. La figura 6, en el documento "Sando", ilustra en más detalle un soplete de soldadura 16 dentro de la cámara de soldadura 18, soplete de soldadura 16 que se usa cuando se suelda el tapón C a la varilla de combustible P. La varilla de combustible se dispone de manera rotatoria con respecto a la cámara de soldadura 18 y se hace rotar durante la soldadura.

25 Los documentos US 4.925.619 y US 4.181.008 muestran dos sistemas para monitorizar la presión de gas interna de una varilla de combustible.

30 El documento US 4.925.619 da a conocer un aparato para detectar la presión interna de una varilla de combustible. El aparato comprende un medidor de deformación que detecta el aumento en el diámetro de la varilla de combustible que se produce mediante la presurización de la varilla de combustible.

35 El documento US 4.181.008 describe un método para garantizar la presión de una varilla de combustible durante la fabricación de la varilla de combustible. Este método utiliza un sistema de cámaras externas para determinar si se producen fugas de gas de la varilla de combustible tras la soldadura, en el que sensores de presión miden la presión en las cámaras externas.

Un objeto de la invención es proporcionar una alternativa a los métodos y aparatos de la técnica anterior.

Un objeto de la invención es proporcionar un método comparativamente fiable y menos complejo que en la técnica anterior.

Sumario de la invención

40 Según un primer aspecto, la invención proporciona un método de control de la presión de un gas dentro de una varilla de combustible. El método comprende:

- colocar un primer extremo de la varilla de combustible dentro de una cámara de presión, primer extremo que está abierto y permite que entre gas en la varilla de combustible;
- 45 - someter a presión un gas en la cámara de presión a una primera presión de modo que la varilla de combustible se llena con gas y se presuriza en el primer nivel de presión;
- cerrar el primer extremo de la varilla de combustible; y
- sellar la varilla de combustible.

El método también comprende:

- 50 - monitorizar la variación de la longitud de la varilla de combustible, monitorización que se realiza entre la etapa de cierre y la etapa de sellado de la varilla de combustible, y usar la variación de longitud como medida de la variación

de la presión de gas dentro de la varilla de combustible.

La monitorización de la longitud es sencilla de realizar. La monitorización de la longitud también es un modo fiable de estimar la deformación creada por la presión interna de la varilla de combustible, especialmente en varillas de combustible en las que la longitud es mucho mayor que la circunferencia.

- 5 En una realización, el método incluye, tras la etapa de cierre la varilla de combustible:
- liberar la presión en la cámara de presión fuera de la varilla de combustible hasta un segundo nivel de presión,
 - mantener el segundo nivel de presión en la cámara de presión fuera de la varilla de combustible durante un primer periodo de tiempo T mientras se monitoriza la variación de la longitud de la varilla de combustible; y, en esta realización, la etapa de sellado se realiza durante un segundo periodo de tiempo, segundo periodo de tiempo que es más corto que, o igual a, el primer periodo de tiempo T.
- 10 En una realización, la monitorización incluye establecer una variación de longitud ΔL de la varilla de combustible durante el primer periodo de tiempo T, y se determina la medida de la presión de gas a partir de la variación de longitud establecida ΔL .
- 15 Especialmente, dicha medida, por ejemplo, disminución, de la presión de gas puede estimarse, puesto que la variación de longitud ΔL puede usarse como medida de la variación de presión del gas.
- En una realización, el cierre de la varilla de combustible comprende insertar un tapón en el primer extremo de la varilla de combustible, y el sellado de la varilla de combustible comprende soldar el tapón a la varilla de combustible. Soldar un tapón a la varilla de combustible es un modo adecuado para garantizar un sellado fiable de la varilla de combustible.
- 20 En una realización, el sellado de la varilla de combustible se realiza en el segundo nivel de presión. De este modo, puede seleccionarse un nivel de presión adecuado para sellar, por ejemplo para soldar, la varilla de combustible.
- En una realización, la etapa de colocación la varilla de combustible incluye sujetar la varilla de combustible impidiendo que se mueva en su dirección longitudinal, permitiendo preferiblemente dicha sujeción la rotación de la varilla de combustible. La sujeción de la varilla de combustible impidiendo que se mueva en la dirección longitudinal simplifica la monitorización de la variación de longitud.
- 25 En una realización, la monitorización de la longitud incluye la monitorización del segundo extremo de la varilla de combustible.
- En una realización, la monitorización incluye una monitorización visual, especialmente una monitorización visual del segundo extremo de la varilla de combustible.
- 30 Una ventaja con la inspección visual es que no afecta a la varilla de combustible.
- Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema para monitorizar la presión de gas dentro de una varilla de combustible. El sistema está configurado para monitorizar la presión de gas en una varilla de combustible durante el llenado de la varilla de combustible con un gas, y el posterior sellado de la varilla de combustible. El sistema comprende una unidad de control y un sistema de medición de la longitud, unidad de control que está conectada en comunicación al sistema de medición de la longitud. Dicho sistema de medición de la longitud está configurado para monitorizar la longitud de la varilla de combustible, y dicha unidad de control está configurada para recibir mediciones del sistema de medición de la longitud y para determinar la presión de gas dentro de la varilla de combustible basándose en las variaciones de la longitud de la varilla de combustible.
- 35 En una realización, el sistema está configurado para monitorizar la longitud de la varilla de combustible tras la presurización de la varilla de combustible cuando la presión del gas dentro de la varilla de combustible alcanza un primer nivel de presión, y monitorizar la longitud de la varilla de combustible tras disminuir la presión circundante hasta un segundo nivel de presión, segundo nivel de presión en el que se sella la varilla de combustible.
- En una realización, el sistema está configurado para monitorizar la longitud de una varilla de combustible durante el cierre de la varilla de combustible en el primer nivel de presión, y determinar una variación ΔL de la longitud de la varilla de combustible en el segundo nivel de presión durante un primer periodo de tiempo T, y usar la variación de longitud ΔL para determinar la variación de presión del gas en la varilla de combustible.
- 40 En una realización, el sistema está configurado para monitorizar la longitud de una varilla de combustible durante el cierre de la varilla de combustible en el primer nivel de presión, y determinar una variación ΔL de la longitud de la varilla de combustible en el segundo nivel de presión durante un primer periodo de tiempo T, y usar la variación de longitud ΔL para determinar la variación de presión del gas en la varilla de combustible.
- 45 En una realización, el sistema está adaptado para un procedimiento de sellado de la varilla de combustible que se inicia al final del primer periodo de tiempo T, y sellado que se realiza en el segundo nivel de presión en el plazo de un segundo periodo de tiempo, segundo periodo de tiempo que es más corto que, o igual a, el primer periodo de tiempo T.
- 50 En una realización, el sistema de medición de la longitud es un sistema óptico.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá en más detalle con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 ilustra una realización de un sistema según la invención;

la figura 2 ilustra una realización de un método según la invención; y

5 la figura 3 ilustra una realización detallada de un método según la invención.

Descripción detallada

La invención se describirá con referencia a las realizaciones a modo de ejemplo ilustradas en las figuras. Sin embargo, la invención no se limita a esas realizaciones ilustradas, sino que puede variarse dentro del alcance de las reivindicaciones.

10 La figura 1 ilustra un sistema 10 para monitorizar la presión en una varilla de combustible tubular 1 durante la presurización de la varilla de combustible 1 con gas helio y durante el sellado de la varilla de combustible 1 por medio de soldadura. Durante la presurización y el sellado, la varilla de combustible 1 se sujeta a una cámara de soldadura o presión 11 con un primer extremo 2, que está abierto, dentro de la cámara de soldadura o presión 11 y un segundo extremo cerrado 3 fuera de la cámara de soldadura 11. La varilla de combustible 1 comprende un tubo sustancialmente cilíndrico que se extiende en su dirección longitudinal entre el primer extremo 2 y el segundo extremo 3. La varilla de combustible 1 se dispone preferiblemente de manera rotatoria en relación con la cámara de soldadura 11 para permitir la rotación alrededor de un eje longitudinal de la varilla de combustible 1 durante la soldadura, eje longitudinal que se extiende en la dirección longitudinal. En el primer extremo 2, la varilla de combustible 1 se sujeta a la cámara de soldadura 11 de modo que se impide que se mueva en su dirección longitudinal. Una abrazadera 9 está configurada para sujetar la varilla de combustible 1, cerca del primer extremo 2, impidiendo los movimientos en la dirección longitudinal de la varilla de combustible 1, e incluye cojinetes 6 para permitir la rotación de la varilla de combustible 1 alrededor de su eje longitudinal. La abrazadera 9 está configurada para proporcionar un sellado entre la varilla de combustible 1 y la cámara de soldadura 11. Una parte sustancial entre la abrazadera 9 y el segundo extremo 3 se dispone de manera que puede moverse libremente en la dirección longitudinal de modo que la varilla de combustible se alarga tras llenarse con gas a presión.

El sistema de monitorización 10 comprende una unidad de control 12 y un sistema de medición de la longitud 14. La unidad de control 12 está incorporada en un controlador 16 que está configurado para presurizar la varilla de combustible 1 con helio por medio un sistema de helio 20 y está configurado para sellar con un tapón 8 la varilla de combustible 1 por medio un sistema de soldadura 30. El sistema de helio 20 comprende una fuente de helio, un recipiente 21, y medios para controlar la presión del gas helio, tales como al menos una bomba y al menos una válvula (no ilustradas). El sistema de helio 20 también está adaptado para evacuar y someter a vacío la cámara de soldadura 11. El controlador 16 está conectado a un sensor de presión 24 dispuesto en relación con la cámara de soldadura 11 y configurado para detectar la presión dentro de la cámara de soldadura 11. El sistema de soldadura 30 comprende una unidad de soldadura 31 dispuesta dentro de la cámara de soldadura 11 y medios 32 para hacer rotar la varilla de combustible 1. Los medios 32 para hacer rotar la varilla de combustible 1 pueden formar parte de la abrazadera 9, en los que la abrazadera 9 con cojinetes 6 y los medios de rotación 32 están integrados en un componente.

La unidad de control 12 está configurada para recibir mediciones de la longitud de la varilla de combustible 1, o variaciones de la longitud de la varilla de combustible, procedentes del sistema de medición de la longitud 14. El sistema de medición de la longitud 14 es preferiblemente un sistema de monitorización óptico y está dispuesto en el segundo extremo 3 de la varilla de combustible 1 fuera de la cámara de soldadura 11. El sistema de medición de la longitud 14 está configurado para registrar la longitud, o las variaciones de la longitud, de la varilla de combustible 1 durante la presurización con gas helio a un primer nivel de presión y a un segundo nivel de presión menor, es decir, el nivel de presión de soldadura, antes de realizar la soldadura del tapón 8 a la varilla de combustible 1. Las variaciones de longitud registradas por el sistema de monitorización de la longitud 14 se reciben por la unidad de control 12, unidad de control 12 que está configurada para estimar la presión de gas dentro de la varilla de combustible 1 basándose en mediciones de la longitud.

Un aplicador de tapón 17 está dispuesto dentro de la cámara de soldadura 10 y está configurado para insertar el tapón 8 en el extremo abierto, es decir, el primer extremo 2, de la varilla de combustible 1.

50 Un sistema de medición óptico es el sistema de monitorización de la longitud preferido, puesto que proporciona una medición sin contacto en contraposición a usar, por ejemplo, un sensor de deformación. Además, también proporciona un punto de referencia axial "flotante", que puede establecerse automáticamente para cada varilla de combustible 1 individual. El sistema óptico debe estar dotado de una resolución de al menos aproximadamente 2 µm, es decir, el "tamaño" de un píxel, para los tipos convencionales de varillas de combustible. El sistema en uso consiste preferiblemente en una cámara en color de alta resolución (5MP) con una lente telecéntrica. La unidad de control 12 puede estar configurada con un programa de procesamiento de imágenes convencional usado para sistemas de medición ópticos, en el que pueden procesarse y evaluarse los datos digitales procedentes de la

cámara. La variación de longitud se evalúa en la unidad de control 12, o alternativamente en el controlador 16. El alargamiento de la varilla de combustible estará en el intervalo de algunos micrómetros por bar para las varillas de combustible convencionales. En general, debe elegirse una cámara que tenga una resolución suficiente como para detectar una desviación no deseada de la presión nominal de la varilla de combustible 1 en cuestión.

5 La figura 2 ilustra una realización de un método de presurización y sellado de una varilla de combustible 1 según la invención. La varilla de combustible 1 se llena con pastillas de combustible y un resorte, o una brida de resorte, para sujetar las pastillas de combustible antes de presurizar la varilla de combustible 1. El método de presurización comienza mediante la colocación y la sujeción 101 de la varilla de combustible 1 con el primer extremo 2, que está abierto, dentro de la cámara de soldadura 11.

10 La cámara de soldadura 11 se presuriza 103 con gas, preferiblemente gas helio, y de ese modo la varilla de combustible 1 se llena y se presuriza con el gas.

La siguiente etapa es cerrar 105 la varilla de combustible 1 insertando el tapón 8 en el primer extremo 2 de la varilla de combustible 1.

15 La siguiente etapa es monitorizar 107 la longitud de la varilla de combustible 1. La longitud proporciona una medida de la presión de gas dentro de la varilla de combustible 1. La longitud se monitoriza en el segundo extremo 3, que puede moverse libremente en la dirección longitudinal, de modo que puede detectarse una disminución de la presión, tal como a partir de una fuga de gas. Además, si la longitud no disminuye, se garantiza la presión. La disminución de longitud puede utilizarse para establecer que la presión dentro de la varilla de combustible 1 se mantenga a un nivel apropiado puesto que la variación de longitud corresponde a la variación, tal como la
20 disminución, de la presión de gas dentro de la varilla de combustible 1.

La siguiente etapa es el sellado 113 de la varilla de combustible, sellado que se realiza preferiblemente por medio de soldadura.

25 La figura 3 ilustra realizaciones adicionales del método de la presente invención. El método se inicia colocando 101 la varilla de combustible 1 con su primer extremo abierto 2 dentro de la cámara de soldadura 11. El segundo extremo 3 de la varilla de combustible 1, que está cerrado, está colocado fuera de la cámara de soldadura 11. En esta etapa, el primer extremo 2 de la varilla de combustible 1 se sujeta en su dirección longitudinal por medio de la abrazadera 9 de modo que está fija y no puede moverse en la dirección longitudinal. Se prefiere que la abrazadera 9 comprenda al menos un cojinete 6 que permita la rotación de la varilla de combustible 1 alrededor del eje longitudinal de modo que la varilla de combustible 1 se dispone de manera rotatoria en la cámara de soldadura 11.
30 Se prefiere que la abrazadera 9 comprenda medios 32 para hacer rotar la varilla de combustible 1 con el fin de efectuar la rotación de la varilla de combustible 1 durante el sellado. El sellado se realiza preferiblemente mediante soldadura. Alternativamente, la varilla de combustible 1 se sujeta también impidiendo que rote, y puede sellarse mediante soldadura por medio una unidad de soldadura móvil. La colocación 101 puede incluir también establecer una referencia para la longitud en el segundo extremo 3 de la varilla de combustible 1 por medio del sistema de
35 medición de la longitud 14.

Tras la colocación 101, el método continúa sometiendo a vacío 102 la cámara de soldadura 11.

Tras colocar 101 la varilla de combustible 1 y someter a vacío 102 la cámara de soldadura 11, el método incluye presurizar 103 la varilla de combustible 1 con un gas, tal como helio por medio del sistema de helio 20, incluyendo llenar la cámara de soldadura 11 y de ese modo la varilla de combustible 1 con el gas a un primer nivel de presión.

40 El alargamiento de una varilla de combustible 1 durante la presurización puede medirse y usarse para determinar la relación entre la variación de longitud y la variación de presión

Cuando la varilla de combustible 1 se ha presurizado, el método continúa con el cierre 105 de la varilla de combustible insertando el tapón 8 en el primer extremo 2 de la varilla de combustible 1.

45 Una vez que el primer extremo 2 de la varilla de combustible 1 se ha cerrado a presión en el primer nivel de presión, el método continúa con la iniciación de la monitorización 107 de la longitud de la varilla de combustible 1, monitorización 107 que se realiza en el segundo extremo 3. La monitorización 107 incluye preferiblemente establecer una referencia de la longitud. Una referencia para las mediciones de longitud puede establecerse alternativamente tras la presurización 103, y antes del cierre 105 de la varilla de combustible 1. Por tanto, la monitorización 107 puede comenzar con el establecimiento 108 de la posición del segundo extremo 3 de la varilla de
50 combustible 1 fuera de la cámara de soldadura 11. La monitorización 107 puede usarse para determinar la longitud de la varilla de combustible 1, longitud que corresponde al primer nivel de presión, es decir, la deformación de la varilla de combustible 1 corresponde al primer nivel de presión por encima de la presión circundante o atmosférica. La monitorización 107 de una disminución en la longitud corresponderá entonces a una disminución de la presión de gas interna de la varilla de combustible 1.

55 La monitorización 107 puede incluir establecer la longitud de la varilla de combustible 1 tras el sellado 113 de la varilla de combustible 1, y la disminución en la longitud puede usarse para determinar la presión dentro de la varilla

de combustible 1 y garantizar que la presión no ha disminuido más de un nivel de tolerancia, es decir, garantizar que el nivel de presión dentro de la varilla de combustible 1 es suficientemente alto para que la varilla de combustible 1 se use en el procedimiento nuclear.

5 Tras iniciar la monitorización 107 de la longitud de la varilla de combustible 1, el método incluye preferiblemente una etapa de liberación 109 de la presión en la cámara de soldadura 11, en el que la presión se disminuye hasta un segundo nivel de presión, es decir, la presión de sellado.

10 Un modo preferido de garantizar que la presión dentro de la varilla de combustible 1 tras el sellado es apropiada es monitorizar la disminución en la longitud durante un periodo de tiempo T que corresponde al periodo de tiempo requerido para el sellado, por ejemplo, la soldadura, del tapón 8 a la varilla de combustible 1. Tras cerrar 105 la varilla de combustible, el método continúa preferiblemente estableciendo 110 la variación de longitud, normalmente la disminución, ΔL durante el periodo de tiempo T que comienza desde el momento de la liberación 109 de la presión. El método continúa preferiblemente garantizando 111 que la varilla de combustible 1 se ha cerrado apropiadamente, es decir, que la presión se ha reducido menos que un umbral de nivel máximo predeterminado, etapa de garantía 111 que se basa en la disminución de la longitud durante el periodo de tiempo T.

15 Si la longitud de la varilla de combustible 1 ha disminuido más que el umbral, puede finalizarse el procedimiento.

20 Si la disminución en la longitud es menor de la requerida, el método continúa con el sellado 113 de la varilla de combustible, sellado que se realiza durante un periodo de tiempo igual a, o menor que, el periodo de tiempo T. Por tanto, preferiblemente, la monitorización 107 de la longitud en la segunda presión, es decir, tras disminuir 109 la presión, se realiza durante un primer periodo de tiempo T, y el sellado 113 se realiza durante un segundo periodo de tiempo que sigue inmediatamente al primer periodo de tiempo T, y segundo periodo de tiempo que es igual al primer periodo de tiempo T.

25 El método continúa preferiblemente tras el sellado 113 con la determinación 114 de la presión dentro de la varilla de combustible usando la disminución de longitud establecida ΔL , por ejemplo, usando dos veces la disminución de la longitud establecida $2*\Delta L$ como medida de la disminución de longitud total, disminución de longitud total $2*\Delta L$ que corresponde a una disminución de presión total para el periodo de tiempo total $2*T$, el periodo de tiempo T de la monitorización y el periodo de tiempo de la soldadura, periodo de tiempo de soldadura que es igual a, o menor que, el periodo de tiempo T de monitorización.

30 Por tanto, el método incluye estimar la presión de gas en la varilla de combustible tras el sellado, por ejemplo, soldadura, de la varilla de combustible 1, estimación que se basa en las mediciones de longitud realizadas antes del sellado, o la soldadura. Cuando el procedimiento de sellado implica hacer rotar la varilla de combustible 1, resulta especialmente ventajoso establecer las mediciones de longitud antes del sellado, es decir, antes de la rotación, puesto que la rotación de la varilla de combustible 1 puede afectar a las mediciones de la longitud al moverse la varilla de combustible 1 ligeramente en la dirección longitudinal.

35

REIVINDICACIONES

1. Método de control de la presión de un gas dentro de una varilla de combustible nuclear (1), comprendiendo dicho método:
 - 5 - colocar (101) un primer extremo (2) de la varilla de combustible (1) dentro de una cámara de presión (11), primer extremo (2) que es un extremo abierto y permite que entre gas en la varilla de combustible (1);
 - someter a presión (103) un gas en la cámara de presión (11) a un primer nivel de presión de modo que la varilla de combustible (1) se llena con gas y se presuriza en el primer nivel de presión;
 - cerrar (105) el primer extremo (2) de la varilla de combustible (1);
 - sellar (113) la varilla de combustible (1);
- 10 caracterizado por
 - monitorizar (107) la variación de la longitud de la varilla de combustible (1), monitorización que se realiza entre la etapa de cierre (105) y la etapa de sellado (113) de la varilla de combustible (1), y usar la variación de longitud como medida de la variación de presión del gas dentro de la varilla de combustible (1).
- 15 2. Método de control de la presión según la reivindicación 1, en el que tras la etapa de cierre (105) de la varilla de combustible, dicho método incluye
 - liberar la presión en la cámara de presión (11) hasta un segundo nivel de presión,
 - mantener la segunda presión en la cámara de presión (11) durante un primer periodo de tiempo T mientras se realiza dicha monitorización (107) de la variación de la longitud de la varilla de combustible; y en el que la etapa de sellado (113) se realiza durante un segundo periodo de tiempo, segundo periodo de tiempo que es más corto que, o igual a, el primer periodo de tiempo T.
- 20 3. Método de control de la presión según la reivindicación 2, en el que se establece una variación de longitud ΔL de la varilla de combustible (1) durante el primer periodo de tiempo T, y se determina la medida de la presión de gas a partir de la variación de longitud establecida ΔL .
- 25 4. Método de control de la presión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, en el que el sellado (113) de la varilla de combustible (1) se realiza en el segundo nivel de presión.
5. Método de control de la presión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el cierre (105) de la varilla de combustible (1) comprende insertar un tapón (8) en el primer extremo (2) de la varilla de combustible, y en el que el sellado (113) de la varilla de combustible (1) comprende soldar el tapón (8) a la varilla de combustible (1).
- 30 6. Método de control de la presión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la etapa de colocación (101) de la varilla de combustible incluye sujetar la varilla de combustible (1) impidiendo que se mueva en su dirección longitudinal, estando configurada dicha sujeción preferiblemente para permitir la rotación de la varilla de combustible (1) en relación con la cámara de presión (11), y estando configurada preferiblemente para proporcionar sellado a la cámara de presión (11).
- 35 7. Método de control de la presión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la monitorización (107) de la longitud incluye una monitorización del segundo extremo (3) de la varilla de combustible (1).
8. Método de control de la presión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la monitorización (107) de la longitud incluye una monitorización visual de la varilla de combustible (1).
- 40 9. Sistema (10) para monitorizar la presión de gas en una varilla de combustible nuclear (1) durante el llenado de la varilla de combustible (1) con un gas, y el posterior sellado de la varilla de combustible (1), comprendiendo dicho sistema una unidad de control (12) y un sistema de medición de la longitud (14), unidad de control (12) que está conectada en comunicación al sistema de medición de la longitud (14), estando configurado dicho sistema de medición de la longitud (14) para monitorizar la longitud de la varilla de combustible (1), y estando configurada dicha unidad de control (12) para recibir mediciones del sistema de medición de la longitud (14) y para determinar la presión de gas dentro de la varilla de combustible (1) basándose en las variaciones de la longitud de la varilla de combustible (1).
- 45 10. Sistema (10) según la reivindicación 9, que está configurado para monitorizar la longitud de la varilla de combustible (1) tras la presurización de la varilla de combustible (1) cuando la presión del gas dentro de la varilla de combustible (1) alcanza un primer nivel de presión, y monitorizar la longitud de la varilla de combustible (1) tras disminuir la presión circundante hasta un segundo nivel de presión, segundo nivel de presión en el que se sella la varilla de combustible (1).
- 50

- 5
11. Sistema (10) según la reivindicación 10, que está configurado para monitorizar la longitud de una varilla de combustible (1) durante el cierre de la varilla de combustible (1) en el primer nivel de presión, y determinar una variación de longitud ΔL de la varilla de combustible (1) en el segundo nivel de presión durante un primer periodo de tiempo T, y usar la variación de longitud ΔL para determinar la presión de gas en la varilla de combustible.
12. Sistema (10) según la reivindicación 11, que está adaptado para un procedimiento de sellado de la varilla de combustible (1) que se inicia tras el primer periodo de tiempo T, y sellado que se realiza en el plazo de un segundo periodo de tiempo, segundo periodo de tiempo que es más corto que, o igual a, el primer periodo de tiempo T.
- 10
13. Sistema (10) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que dicho sistema de medición de la longitud (14) es un sistema óptico.

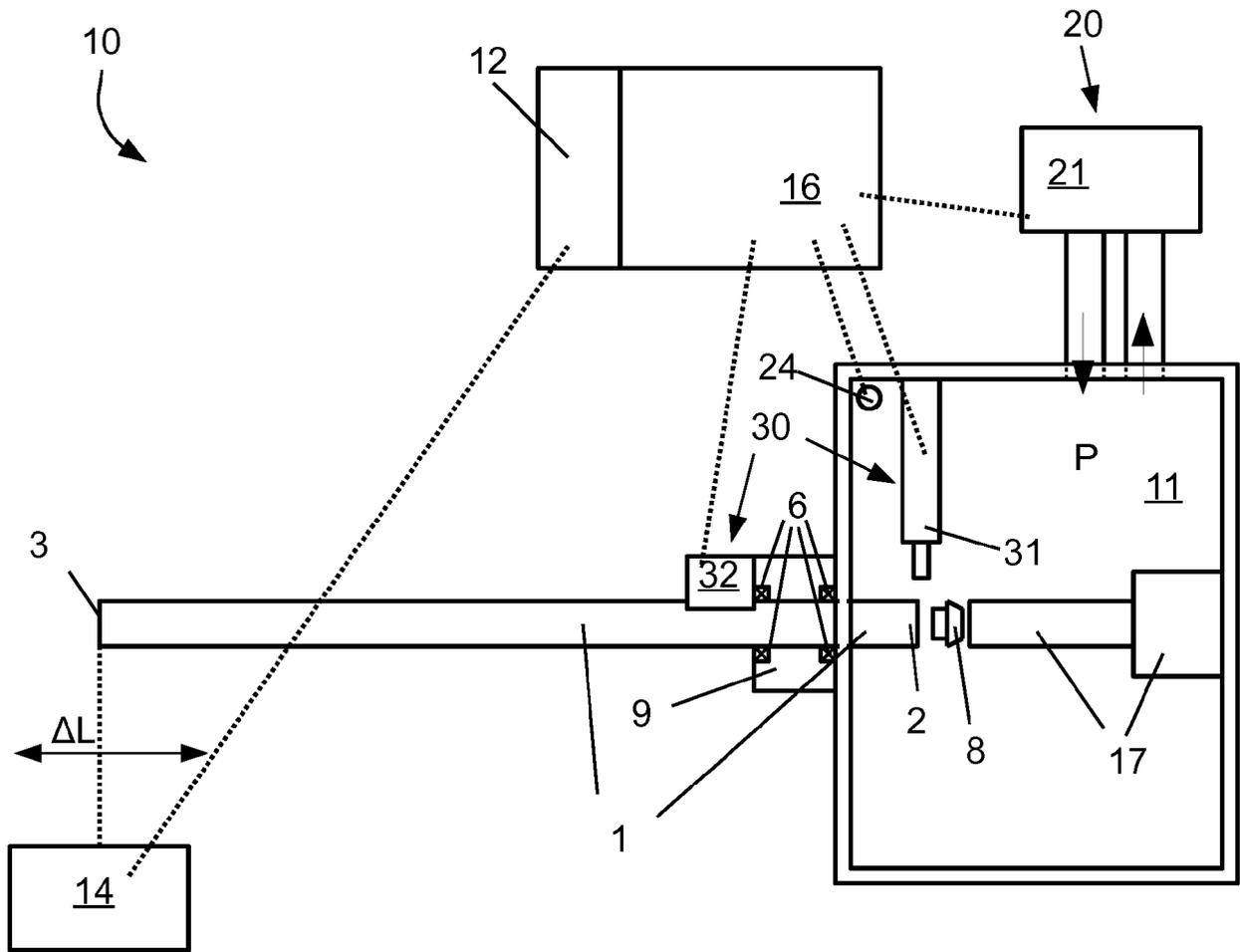


Fig. 1

