

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 959**

51 Int. Cl.:

**F16L 55/32** (2006.01)

**G01N 27/90** (2006.01)

**G21C 17/013** (2006.01)

**G21C 17/017** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2010 E 10732887 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013 EP 2433285**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la comprobación de un cordón de soldadura anular de una conducción principal de medio de refrigeración conectada al recipiente de presión del reactor de una central nuclear**

30 Prioridad:

**20.05.2009 DE 102009026405**

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

**15.04.2013**

73 Titular/es:

**AREVA NP GMBH (100.0%)  
Paul-Gossen-Strasse 100  
91052 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:

**BISCHOFF, BERND y  
STAUDIGEL, ROBERT**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 400 959 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

Procedimiento y dispositivo para la comprobación de un cordón de soldadura anular de una conducción principal de medio de refrigeración conectada al recipiente de presión del reactor de una central nuclear

5

La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la comprobación de un cordón de soldadura anular de una conducción principal de medio de refrigeración conectada al recipiente de presión de un reactor de una central nuclear.

10

Para garantizar la seguridad de funcionamiento de un reactor nuclear, es necesario entre otras cosas inspeccionar el cordón de soldadura anular de la conducción principal de medio de refrigeración conectado al recipiente de presión del reactor con métodos no destructivos, para la comprobación del material. En una inspección de este tipo, se separa el material de aislamiento que rodea la conducción principal de medio de refrigeración y se comprueban los cordones de soldadura con dispositivos de comprobación apropiados desde el exterior. Los conductos principales de medio de refrigeración se encuentran, no obstante, activados en gran medida con dependencia del tiempo de funcionamiento. Por lo tanto, para la protección del personal de servicio que lleva a cabo la comprobación y la instalación de los aparatos de comprobación necesarios para ello, se deben disponer zonas de protección dotadas de pantallas de protección de plomo. A pesar de estas zonas de protección, existe una dosis de carga elevada del personal de servicio por la exposición directa a la radiación, que no se puede evitar de modo completo.

15

20

Por el documento US 6.104.772 A, es conocido, en una conducción principal de medio de refrigeración que sale de un generador de vapor, la disposición de un dispositivo de manipulación en el interior del tubo que se puede desplazar dentro de la conducción principal de medio de refrigeración mediante rodillos presionados contra la misma, soportando en su cara frontal un dispositivo de comprobación. Para la aplicación del dispositivo de manipulación en el interior del tubo, en la conducción principal de medio de refrigeración, es necesario, no obstante, un complicado dispositivo auxiliar.

25

Se conocen otros vehículos sumergibles autopropulsados dotados de dispositivos de comprobación y brazos expandibles radialmente, por los documentos DE 3412519 A1 y US 2006/0227921 A1.

30

La presente invención se propone el objetivo de dar a conocer un procedimiento y dispositivo simplificados para la comprobación de un cordón de soldadura anular de una conducción principal de medio de refrigeración conectada al recipiente de presión del reactor de una central nuclear, en el que la dosis de carga del personal de servicio se reduce con respecto a los procedimientos conocidos, de manera significativa.

35

Con respecto al procedimiento, el objetivo indicado se soluciona con un procedimiento que tiene las características de la reivindicación 1. En este procedimiento, se coloca un dispositivo sumergido autopropulsable en el interior inundado y abierto del recipiente de presión del reactor, cuyo vehículo comporta, en cada una de las caras frontales un dispositivo de comprobación que se puede aplicar a la superficie interna de la conducción principal de medio de refrigeración, pudiéndose desplazar en dirección circunferencial. El vehículo sumergible será desplazado finalmente desde el recipiente de presión del reactor al interior de la conducción principal de medio de refrigeración que también está inundada y, en ella, será fijado mediante brazos expandibles radialmente en la zona del cordón de soldadura. A continuación, el dispositivo de comprobación será ajustado al cordón de soldadura y desplazado a lo largo del mismo en dirección circunferencial.

40

45

Mediante la utilización de un vehículo sumergible que lleva un dispositivo de comprobación y que se puede desplazar en el interior de la conducción principal de medio de refrigeración, la comprobación del cordón de soldadura puede tener lugar desde el interior, de manera que la comprobación externa que se lleva a cabo en el estado de la técnica y que genera una dosis de carga, ya no es necesaria.

50

Puesto que en el vehículo sumergible está dispuesto en cada cara frontal un dispositivo de comprobación y que el vehículo sumergible para la comprobación de un cordón de soldadura, con el que está soldada una sección arqueada de la conducción principal de medio de refrigeración en sus caras frontales con la sección recta de la conducción principal de medio de refrigeración, se fija con los brazos expandibles en la sección recta de la conducción principal de medio de refrigeración, de manera tal que una cara frontal que soporta el dispositivo de comprobación está dirigida hacia el cordón de soldadura, por lo que se pueden comprobar cordones de soldadura en la zona arqueada del tubo de manera especialmente simple y rápida. El vehículo sumergible puede ser fijado en la sección recta de la conducción principal de medio de refrigeración de manera tal que su eje medio longitudinal esté dirigido, por lo menos aproximadamente, de forma coaxial con respecto al eje medio de la sección recta y, por lo tanto, también con respecto al eje medio del cordón de soldadura anular. De esta manera, se simplifica el desplazamiento del dispositivo de comprobación necesario para la realización de la

55

60

5 comprobación, ya que dicho dispositivo, después de haber sido ajustado al cordón de soldadura, solamente es objeto de giro según el eje medio longitudinal del vehículo sumergible, y en todo caso, adicionalmente, puede ser desplazado en dirección radial cuando el eje longitudinal medio no está dirigido exactamente de forma coaxial con respecto al eje medio del cordón de soldadura que tiene forma ideal circular o bien, cuando el cordón de soldadura anular no tiene una estructura exactamente circular.

10 Dado que en cada cara frontal está montado un dispositivo de comprobación, es posible comprobar, solamente con un único desplazamiento sumergido, ambos cordones de soldadura anulares, con los cuales una sección en arco está soldada en sus caras frontales de manera correspondiente con una sección recta de la conducción principal de medio de refrigeración. En otras palabras: con el dispositivo de comprobación dispuesto en la cara frontal delantera, en el sentido del desplazamiento, se puede comprobar el cordón de soldadura que se encuentra antes del vehículo sumergible, y con el dispositivo de comprobación dispuesto en la cara frontal posterior se puede comprobar el cordón de soldadura dispuesto detrás del vehículo sumergible después del desplazamiento, según la sección de forma arqueada, de manera que en ambos casos, el vehículo sumergible es desplazado en una sección en línea recta. De esta manera, la duración total de la comprobación se reduce sensiblemente, ya que un vehículo sumergible en el que está dispuesto el dispositivo de comprobación solamente en una cara frontal, después del desplazamiento de la conducción principal de medio de refrigeración, debe ser retirado de manera completa, girado y dispuesto nuevamente en la conducción principal de medio de refrigeración.

20 Con respecto al dispositivo, el objetivo según la invención se consigue mediante un dispositivo que tiene las características de la reivindicación 4.

25 Otras disposiciones ventajosas del procedimiento o bien del dispositivo, se indican en las reivindicaciones dependientes correspondientes.

Para la explicación adicional de la invención, se hará referencia al ejemplo de realización de los dibujos, en los que se muestra:

30 La figura 1 muestra un recipiente de presión de un reactor seccionado, así como conducciones principales de medio de refrigeración, conectadas al mismo con un vehículo sumergible que se encuentra en el interior de una conducción principal de medio de refrigeración de acuerdo con la invención, en una representación esquemática de principio.

35 La figura 2 muestra el vehículo sumergible, de acuerdo con la invención, en posición de comprobación en una zona de un cordón de soldadura que se encuentra en un tramo arqueado del tubo. De acuerdo con la figura 1, desembocan en el recipiente de presión del reactor 2 de una central nuclear, múltiples conductos principales 4 de medio de refrigeración. Estos conductos principales 4 de medio de refrigeración están unidos con salientes de conexión 6 del recipiente de presión 2 del reactor, de manera correspondiente mediante un cordón de soldadura anular 8, y están unidos con múltiples secciones rectilíneas y arqueadas 4a, 4b. Cada una de las secciones arqueadas 4b está soldada en sus caras frontales con cordones de soldadura anulares 10 con la cara frontal de una sección rectilínea 4a.

45 En el recipiente de presión inundado 2 del reactor, se introduce un vehículo sumergible autopropulsado 12 que, saliendo del espacio interno del recipiente de presión del reactor 2 puede discurrir en una conducción principal 4 de medio de refrigeración igualmente inundada. El vehículo sumergible 12 será guiado a distancia dentro de la conducción principal de medio de refrigeración 4, desplazándolo hacia delante, y comprende un cuerpo de base 14 con accesorios de accionamiento, no mostrados en la figura, para la maniobra controlada a distancia del vehículo sumergible 12 dentro del agua, encontrándose en cada una de sus caras frontales un dispositivo de comprobación 20 que se ha mostrado solamente de forma esquemática. El vehículo sumergible 12 está conectado, además, mediante una conducción eléctrica no mostrada en la figura, con una unidad de alimentación, mediante la cual el vehículo sumergible 12 recibe energía, y mediante el cual son transmitidas las señales de control y señales de medición de la unidad de alimentación al vehículo sumergible 12 o bien desde dicho vehículo sumergible 12 a la unidad de alimentación.

55 La figura 2 muestra el vehículo sumergible 12 en una posición de comprobación sobre uno de los cordones de soldadura anulares 10, con el que una sección rectilínea 4a es soldada con una sección arqueada 4b. El vehículo sumergible 12 será desplazado para ello en una posición, en la que el cuerpo de base 14 se encuentra todavía en la sección rectilínea 4a de la conducción principal de medio de refrigeración 4. En esta posición, el vehículo sumergible 12 será tensado con múltiples brazos expandibles 16, desplazables radialmente y ajustables en la superficie interna de la conducción principal de medio de refrigeración, y de esta manera será posicionado y fijado aproximadamente en la zona media, es decir, con su eje longitudinal medio 26, como mínimo, aproximadamente coaxial con respecto al eje medio de la sección recta 4a de la conducción principal 4 de medio

de refrigeración, en la zona del cordón de soldadura 10, de manera que una de sus caras frontales que soporta el dispositivo de comprobación 20 dirigido hacia el cordón de soldadura 10, queda posicionado cerca de dicho cordón de soldadura 10, de manera que se puede ajustar la dirección de comprobación 20 al cordón de soldadura 10.

5

En los dispositivos de comprobación 20 dispuestos en cada una de las caras frontales del vehículo sumergible 12, utilizan, por ejemplo, de cabezales de comprobación por ultrasonidos, perfilómetros láser, o cabezales de comprobación por corrientes parásitas, con los que se puede llevar a cabo una comprobación no destructiva del cordón de soldadura 10. Cada uno de los dispositivos de comprobación 20 es ajustable o desplazable radialmente, es decir, perpendicularmente al eje longitudinal medio 26 en la dirección de la flecha doble 22, estando para ello dispuesto en un soporte 24, que está montado sobre el cuerpo de base 14 del vehículo sumergible 12 con capacidad de giro en la dirección de la doble flecha 28, alrededor del eje longitudinal medio 26. El soporte 24 está montado, además, sobre el cuerpo de base 14 con capacidad de deslizamiento en la dirección del eje longitudinal medio 26, tal como se aprecia en la figura 2 mediante la flecha doble 30. De esta manera, el dispositivo de comprobación 20 puede ser posicionado en la sección recta 4a, en la que está fijado el vehículo sumergible 12 de manera precisa sobre el cordón de soldadura 10, y por giro del soporte alrededor del eje longitudinal medio 26 puede ser desplazado a lo largo del cordón de soldadura 10 en su dirección circunferencial.

10

15

20

Los brazos expandibles 16 están dispuestos en dos planos de expansión 32, separados entre sí (separación a), perpendicularmente al eje longitudinal medio 26, habiéndose mostrado en la figura mediante líneas de trazos, y que se encuentran de modo correspondiente en la zona de las caras frontales. De esta manera, se garantiza una suficiente estabilidad contra el vuelco del vehículo sumergible 12 durante la realización de la comprobación. En el soporte 24, está dispuesto además un soporte en forma de horquilla 34 para una cámara de inspección 38, dispuesta con capacidad de basculación alrededor de un eje de basculación 36 perpendicular al eje longitudinal medio 26, con el que se puede supervisar visualmente el proceso de comprobación.

25

30

Después de haber realizado la comprobación de un cordón de soldadura 10 que, considerado en la dirección de desplazamiento 40, se encuentra antes del vehículo sumergible 12 y de la sección rectilínea 4a unida con el arco tubular, con el aparato de comprobación 20 que, igualmente considerado en la dirección de desplazamiento 40 está dispuesto en la cara frontal delantera, los brazos extensibles 16 se repliegan. A continuación, el vehículo sumergible 12 será conducido por la sección tubular curvada 4b a la siguiente sección rectilínea 4a, a una posición en la que se puede comprobar que el cordón de soldadura 10, con el dispositivo de comprobación 20 dispuesto en la cara frontal posterior, mediante cuya soldadura, la sección curvada 4b está soldada con la sección rectilínea 4a que, considerando la dirección de desplazamiento 40 se encuentra dispuesta por detrás. De esta manera, se pueden comprobar solamente con un desplazamiento en inmersión, todos los cordones de soldadura 10 de una conducción principal 4 de medio de refrigeración.

35

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para la comprobación de un cordón de soldadura (10) de una conducción principal (4) de medio de refrigeración, conectada al recipiente de presión (2) del reactor de una central nuclear, en el que se dispone un vehículo sumergible autopropulsado (12) en el recipiente de presión (2) del reactor, abierto e inundado, que contiene un dispositivo de comprobación (20), que puede ser dispuesto en la superficie circunferencial interna de la conducción principal (4) de medio de refrigeración en cada cara frontal, y desplazado en dirección circunferencial de dicha conducción (4) de medio de refrigeración, y en el que el vehículo sumergible (12) es introducido dentro de la conducción principal de medio de refrigeración igualmente inundada, y es fijado en el cordón de soldadura (10) mediante brazos expandibles radialmente (16), y en el que el dispositivo de comprobación (20) es dispuesto a continuación en el cordón de soldadura (10) y desplazado a lo largo de dicho cordón de soldadura (10) en dirección circunferencial.
- 15 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que para la comprobación de un cordón de soldadura (10) con la que una sección curvada (4b) de la conducción principal (4) de medio de refrigeración está soldada a una sección lineal (4a) de dicha conducción principal (4) de medio de refrigeración en sus caras frontales, el vehículo sumergible (12) es fijado con los brazos expandibles (16) en la sección lineal (4a) de la conducción principal (4) de medio de refrigeración, de manera tal que una cara frontal que contiene el dispositivo de comprobación (20) está dirigida hacia la soldadura (10).
- 20 3. Procedimiento, según la reivindicación 1 ó 2, en el que los dispositivos de comprobación (20) están dispuestos en el vehículo sumergible (12) para rotación alrededor de un eje central longitudinal (26), perpendicular a las caras frontales y para despliegue radial perpendicularmente a aquél.
- 25 4. Dispositivo para la comprobación de soldaduras anulares de una conducción principal (4) de medio de refrigeración conectada a un recipiente (2) de presión de un reactor de una central nuclear, en el que una serie de brazos expandibles desplegados radialmente (16) están dispuestos en un cuerpo de base (14) de un vehículo sumergible autopropulsado (12) para la fijación de dicho vehículo sumergible (12) en la conducción principal (4) de medio de refrigeración, caracterizado porque un dispositivo de comprobación (20) que puede ser dispuesto en la circunferencia interna de la conducción principal (4) de medio de refrigeración, y desplazado en la dirección circunferencial de dicha conducción (4) de refrigerante es dispuesto en cada cara frontal del vehículo sumergible (12).
- 30 5. Dispositivo, según la reivindicación 4, en el que el dispositivo o dispositivos de comprobación (20) están dispuestos en el vehículo sumergible (12) para rotación alrededor de un eje central longitudinal (26) perpendicular a las caras frontales y para despliegue radial perpendicular a aquel.
- 35 6. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 4 ó 5, en el que los brazos expandibles (16) están dispuestos en dos planos de expansión separados entre sí (32), orientados perpendicularmente al eje central longitudinal (26).
- 40 7. Dispositivo, según la reivindicación 6, en el que se disponen tres brazos expandibles (16) en cada plano de expansión (32).
- 45 8. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 4 a 7, en el que una cámara de inspección (38) en, como mínimo, una de las caras frontales, está dispuesta para rotación alrededor del eje longitudinal central (26) y montada con capacidad de rotación alrededor de un eje de rotación (36), orientada perpendicularmente al eje longitudinal central (26)



