

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 950**

51 Int. Cl.:

B05D 5/00 (2006.01)
B05D 7/14 (2006.01)
C23C 8/04 (2006.01)
C23C 16/04 (2006.01)
B05C 21/00 (2006.01)
C23C 16/22 (2006.01)
C23C 16/513 (2006.01)
B05D 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2013 PCT/EP2013/072795**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2014 WO14072221**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2013 E 13785462 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2917381**

54 Título: **Procedimiento para tratar termoquímicamente una pieza mientras se enmascara una parte y máscara correspondiente**

30 Prioridad:

07.11.2012 EP 12290386

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.09.2017

73 Titular/es:

**AREVA NP (50.0%)
Tour Areva, 1 Place Jean Millier
92400 Courbevoie, FR y
NITRUID (50.0%)**

72 Inventor/es:

**DELMAS, BERNARD;
HERTZ, DOMINIQUE;
LEBRUN, JEAN-PAUL;
LIS, BERNARD y
POIRIER, LAURENT**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 633 950 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 para tratar termoquímicamente una pieza mientras se enmascara una parte y máscara correspondiente

5

[0001] La presente invención se refiere a la fabricación de piezas con propiedades mejoradas, como resistencia al desgaste y resistencia a la corrosión. El tratamiento aplicado a las piezas para mejorar estas propiedades puede ser un tratamiento de temple o de protección a través de especie(s) de átomo(s).

10 **[0002]** La invención es aplicable concretamente a la fabricación de piezas para su uso en reactores de agua ligera (LWR), incluyendo reactores de agua a presión (PWR) y reactores de agua en ebullición. Las piezas comprenden, por ejemplo, tubos como los tubos envolventes para barras de absorción de neutrones o barras de combustible nuclear, guardacabos para la instrumentación nuclear de núcleos del reactor..., barras como barras de absorción de neutrones, clavijas de apoyo, clavijas de posicionamiento, tapones... pernos como pernos de sujeción
15 para el conjunto del deflector de la vasija del reactor..., muelles como muelles de sujeción de los conjuntos de combustible nuclear, etc.

[0003] En los PWR, las barras de absorción de neutrones están agrupadas usualmente en módulos de control. Entre los módulos de control de un reactor nuclear, algunos están dedicados a controlar la reactividad del núcleo durante la operación normal del reactor nuclear. Puede ser desplazados frecuentemente en modo paso a paso para insertar las barras de absorción de neutrones en o extraerlas de los guardacabos de guía del conjunto de combustible nuclear del reactor nuclear. Los movimientos de pasos pueden causar desgaste distribuido en las barras de absorción de neutrones debido al contacto con las guías con las que rozan.

25 **[0004]** [Los otros módulos de control permanecen estacionarios en las guías en la parte superior del reactor nuclear durante la operación normal. Cuando se requiere un retorno rápido al estado subcrítico, estos módulos son insertados simultánea y completamente mediante la gravedad en el núcleo del reactor, es decir las barras de absorción de neutrones son insertadas en los guardacabos de guía correspondientes de los conjuntos de combustible nuclear correspondientes. Vibraciones provocadas por el flujo pueden causar desgaste localizado en las
30 barras de absorción de neutrones de los módulos de control estacionarios:

- en los niveles de contacto en las guías, y
- en su extremo inferior debido al contacto de la parte inferior del revestimiento y el tapón con la parte superior de los guardacabos de guía del conjunto de combustible nuclear ("desgaste de la punta").

35

[0005] Las posibles consecuencias del desgaste, ya sea por movimientos de pasos o vibraciones producidas por el flujo, son:

40 - perforación del revestimiento debido al desgaste con contaminación potencial del agua del primer sistema de refrigeración del reactor nuclear por el material de absorción de neutrones envuelto en el revestimiento, y
- fallo mecánico de la barra de absorción de neutrones debido a la reducción de la fuerza mecánica del revestimiento.

45 **[0006]** La frecuencia y amplitud de los movimientos de algunos de los módulos de control, especialmente cuando el reactor está en modo de seguimiento de carga (*suivi de charge* en francés), y la frecuencia y amplitud de vibración de alguna de las barras de absorción de neutrones, especialmente para los módulos de control que permanecen en posición estacionaria, son tan elevadas que es necesario verificar frecuentemente y a veces reemplazar prematuramente un número de módulos de control debido al desgaste producido por la fricción.

50 **[0007]** Para prevenir este desgaste, se propuso templar la superficie exterior de los revestimientos mediante tratamientos de nitruración y/o carburación. Los documentos US-4,873,117, EP-446,083, EP-537,062 y EP-801,142 describen las etapas de dichos tratamientos especialmente bajo condiciones de plasma.

[0008] Dichos tratamientos pueden proteger eficazmente los revestimientos y los tapones inferiores de las
55 barras de absorción de neutrones contra el desgaste y la corrosión.

[0009] Como se describe por ejemplo en el documento US-4873.117, los revestimientos a tratar son limpiados primero, y después encajados en sus tapones inferiores. Un cuerpo búfer termal, que puede estar constituido por un pegote de acero inoxidable, se coloca en cada revestimiento y después se fija un tapón superior

temporal en cada revestimiento. El tapón superior temporal se usa para sujetar el revestimiento durante el tratamiento y cerrar temporalmente el extremo abierto del revestimiento y evitar después la polución de la atmósfera de tratamiento mediante el aire contenido en el revestimiento. Los revestimientos son colocados en una cámara de tratamiento y sus partes superiores cerradas por los tapones superiores están enmascarados de manera ventajosa.

5

[0010] Después del tratamiento se sacan los revestimientos de la cámara. Se eliminan los tapones superiores temporales, y los revestimientos se cargan con material de absorción de neutrones y se suelda un tapón superior definitivo en el extremo libre de cada revestimiento.

10 **[0011]** El enmascaramiento de la parte superior del revestimiento evita el tratamiento del material de revestimiento en esta zona. De hecho, dicho tratamiento hubiera tenido un impacto en las características del material y en las propiedades de esta parte superior que va a soldarse al tapón superior definitivo. Como ejemplo, carbonitrurar la parte superior puede producir precipitados de carburo y/o nitruro al soldar el tapón superior, lo que provoca una resistencia menor del revestimiento al esfuerzo y a la corrosión.

15

[0012] De manera más general, las partes de las piezas que tienen que tratarse, por ejemplo, oxidadas, nitruradas, carbonitruradas... deben enmascararse para evitar modificar las características del material y dificultar las siguientes operaciones de fabricación aplicadas a estas partes: conformación mecánica, estampado, soldado, mecanizado, roscado...

20

[0013] Varios procedimientos de enmascaramiento son conocidos y usados para blindar partes de piezas que necesitan ser tratadas.

[0014] En concreto, como se ha descrito anteriormente, se han usado las máscaras sólidas para tratamientos que implican plasmas. Una máscara sólida así recibe una parte para ser blindada mediante el tratamiento con una distancia de guarda de ajuste. Esta distancia de guarda corresponde al espacio necesario para asegurar el correcto montaje de la máscara en la parte y necesita tener un grosor menor que la longitud de Debye. La longitud de Debye es la escala a la que portadores de carga móviles (por ejemplo, electrones) filtran campos eléctricos para condiciones de plasma específicos. En otras palabras, la longitud de Debye es la distancia mínima a la que puede 30 ocurrir separación de carga significativa.

[0015] Siendo el grosor de la distancia de guarda menor que la longitud de Debye, las condiciones de plasma no están presentes en la distancia de guarda, así que una parte rodeada por la máscara sólida con dicha distancia de guarda estará blindada del tratamiento aplicado al resto de la parte situada fuera de la máscara sólida.

35

[0016] Sin embargo, estas máscaras sólidas son ineficaces si la distancia de guarda nominal, que no puede ser menor que las tolerancias de fabricación acumuladas de las máscaras y partes para ser blindadas, es mayor que la longitud de Debye. Además, incluso si la distancia de guarda de ajuste nominal es menor que la longitud de Debye, las máscaras sólidas han demostrado ser ineficaces al menos para tratamientos de carbonitrurado con plasma, la parte enmascarada experimenta una despasivación y/o endurecimiento a pesar de la presencia de la máscara sólida.

40

[0017] Las máscaras sólidas con distancia de guarda han demostrado también ser ineficientes para los tratamientos de difusión de oxígeno, en las fases de plasma o gas, de los revestimientos de hafnio o barras sólidas de hafnio usadas como barras de absorción de neutrones en módulos de control, o revestimientos de aleación de circonio usados para barras de combustible nuclear como se enseña por ejemplo en el documento WO- 45 2009/081013. Otros tipos de máscaras se describen en el documento US2005/0025899 A1. El documento WO-02/066,698 describe una máscara sólida usada para blindar una parte de una pieza ante un tratamiento de carburación. La máscara sólida tiene un coeficiente de expansión termal menor que el coeficiente de expansión 50 térmica de la parte que va a tratarse. Por tanto, la distancia de guarda entre las porciones a blindar y la máscara sólida disminuirá durante el tratamiento de carburación. Sin embargo, esto requiere altas temperaturas de tratamiento, por ejemplo, de entre alrededor de 500 °C a 900°C dependiendo de los materiales de la pieza y de la máscara, y hay un gran riesgo de dañar la superficie externa de la pieza, o incluso modificar su geometría si la pieza es un tubo de paredes delgadas, a través del contacto con dicha máscara.

55

[0018] Por tanto, esta máscara sólida no puede usarse por ejemplo para la carbonitruración con plasma de revestimientos de barras de absorción de neutrones. De hecho, los materiales usados para los revestimientos de barras de absorción de neutrones (principalmente aceros inoxidables o aleaciones basadas en el níquel) tienen expansión termal a las temperaturas de tratamiento que son menores que o al menos del mismo orden o magnitud

que las tolerancias de fabricación de los revestimientos. Por tanto, no hay garantía de que las partes enmascaradas de todos los revestimientos del lote tratado estén protegidas de manera uniforme. Además, las superficies exteriores de los revestimientos no deben dañarse mediante el fijado o la eliminación de las máscaras o durante el tratamiento, el cual previene el uso de una distancia de guarda menor.

5

[0019] Una meta de la invención es superar estos inconvenientes proponiendo un procedimiento para tratar termoquímicamente una pieza, cuyo procedimiento proporciona un enmascaramiento eficiente de una parte de la pieza, incluso bajo carbonitruración con plasma o tratamientos de oxidación, con menores riesgos de dañar la pieza.

10 **[0020]** Con este fin, la invención está relacionada con un procedimiento según la reivindicación 1.

[0021] En otras realizaciones, el procedimiento comprende una o varias de las siguientes características de las reivindicaciones 2-13 consideradas individualmente o en cualquier combinación técnica viable. La invención también está relacionada con una máscara según la reivindicación 14.

15

[0022] En otras realizaciones, la máscara comprende una o varias de las siguientes características de las reivindicaciones 15-18 consideradas individualmente o en cualquier combinación técnica viable:

La invención y sus ventajas se entenderán mejor al leer la siguiente descripción, dada únicamente a modo de ejemplo y con referencia a las ilustraciones adjuntas, en las que:

20

- La Figura 1 es una vista parcial y esquemática de un conjunto de combustible nuclear y un módulo de control,
- La Figura 2 es una vista esquemática de una instalación para tratar revestimientos de barras de absorción de neutrones según la invención, y

25

- La Figura 3 es una vista transversal ampliada y detallada de una máscara de la instalación de la Figura 2, tomada a lo largo de la línea III-III.

[0023] La Figura 1 muestra una parte de un conjunto de combustible nuclear (1) y parte de un módulo de control (3) para controlar la reactividad del núcleo de un reactor nuclear en el que se ha cargado el conjunto de combustible nuclear (1).

30

[0024] De manera convencional, el conjunto de combustible nuclear (1) comprende un grupo de barras de combustible nuclear (no mostrado) y un esqueleto (5) para sostener y mantener dicho grupo. El esqueleto (5) incluye una boquilla inferior (7), una boquilla superior (9), y guardacabos de guía (11) que conectan con la boquilla inferior (7) y la boquilla superior (9).

35

[0025] Un guardacabos de guía es mostrado en la Figura 1. El módulo de control (3) tiene barras de absorción de neutrones (13) (mostrados únicamente en la Figura 1) y una araña (15). La araña (15) sostiene y mantiene las barras de absorción de neutrones (13) de manera que estén paralelas y situadas lateralmente a lo largo de la misma red que los guardacabos de guía (11) del conjunto de combustible nuclear (1) situado bajo el módulo de control.

40

[0026] La araña (15) incluye un botón (17) para conectar el módulo de control (3) a un mecanismo de desplazamiento (no mostrado) y brazos (19) asegurados al botón (17). Una o más barra(s) de absorción de neutrones (13) están fijadas en cada brazo (19).

45

[0027] Las barras de absorción de neutrones (13) mostradas en la Figura 1 comprenden un revestimiento (21) que contiene al menos un material de absorción de neutrones (23), como barra(s) de una aleación de Ag-In-Cd o una aleación de hafnio o hafnio-circonio (HfZr), y/o una pila de granulados de carburo de boro (B₄C), de diboruro de hafnio-circonio ((HfZr)B₂)... El revestimiento (21) es un tubo con una base circular. Tiene, por ejemplo, 3,8 m de longitud, 9,70 mm de diámetro exterior y aproximadamente entre 0,5 y 1 mm de grosor. El revestimiento (21) es cerrado por tapón superior (25) y un tapón inferior (27).

50

[0028] El revestimiento (21) y el tapón inferior (27) están hecho por ejemplo de aceros inoxidables austeníticos.

55

[0029] En otras realizaciones, las barras de absorción de neutrones (13) pueden consistir únicamente de barra(s) sin revestir de material de absorción de neutrones como una aleación de hafnio o hafnio-circonio (HfZr), o de hafnio (Hf) por ejemplo con un diámetro exterior de aproximadamente 9 a 10 mm, posiblemente con un agujero

central. Las barras de absorción de neutrones (13) puede comprender también dicha barra sin revestir en su parte inferior y un revestimiento (21) hecho de aleación de HfZr y que contenga granulados de material de absorción de neutrones (23) en su parte superior.

- 5 **[0030]** De manera convencional, para ajustar la reactividad del reactor nuclear, el módulo de control (3) se insertará o se eliminará del núcleo del reactor nuclear, por lo que las barras de absorción de neutrones (13) son desplazadas dentro de los guardacabos de guía (11) y a lo largo de las guías correspondientes (no mostradas) situadas en el interior superior del reactor nuclear.
- 10 **[0031]** Las resistencias al desgaste y la corrosión de las superficies exteriores (31) de la pieza (29) constituidas por el revestimiento (21) y el tapón inferior (27) han sido mejoradas mediante un tratamiento.
- [0032]** Este tratamiento es preferentemente un tratamiento de endurecimiento que incluye la difusión de especie(s) de átomos en las capas superficiales de la superficie externa (31) del revestimiento (21) y del tapón inferior (27), mientras se proporciona una parte no tratada del revestimiento (21) para la soldadura posterior del tapón superior (25).
- 15 **[0033]** Para los aceros inoxidables austeníticos o aleaciones basadas en el níquel, por ejemplo, puede ser cualquiera de los tratamientos descritos en las patentes mencionadas anteriormente, y especialmente un tratamiento de carbonitruración con plasma como se describe en el documento EP-801,142.
- 20 **[0034]** El tratamiento es implementado en una instalación (33) mostrada en la Figura 2. La instalación (33) es generalmente similar a la instalación descrita en el documento US-4,873,117.
- 25 **[0035]** Esta instalación (33) comprende una cámara (35) con una bomba (37) para reducir la presión en el interior de la cámara (35) y una tubería de entrada (39) para introducir una atmósfera de tratamiento específico en la cámara (35), por ejemplo, una mezcla de N₂, H₂ y CH₄ cuando se realice un tratamiento de carbonitruración con plasma. La instalación (33) comprende también un generador (41) para aplicar un voltaje entre la cámara (35) y las piezas (29) a tratar. La cámara (35) puede comprender opcionalmente medios para calentar las piezas (29) pero
- 30 dichos medios no son obligatoriamente necesarios para alcanzar las temperaturas de tratamiento. De hecho, el plasma puede por ejemplo ser suficiente para alcanzar estas temperaturas que pueden estar por debajo de 650 °C, preferentemente por debajo de 600 °C y más preferiblemente por debajo de 500 °C para tratar las piezas (29) hechas de acero inoxidable, por ejemplo, comprendidas entre 380 y 450 °C.
- 35 **[0036]** La cámara (35) comprende un armazón de soporte (43) para sujetar las piezas (29) a tratar en el interior de la cámara (35) y conectar con electricidad las piezas (29) al generador (41).
- [0037]** La instalación (33) comprende, para cada pieza (29), una máscara sólida (45) para blindar una parte superior de la pieza (29), por ejemplo, una parte superior del revestimiento (21) para su tratamiento.
- 40 **[0038]** La estructura de estas máscaras (45) es similar y solo la estructura de la máscara (45) de la Figura 3 usada para proteger una parte de un revestimiento (21) de la Figura 1 se describirá ahora.
- [0039]** Esta estructura gira generalmente alrededor de un eje vertical A.
- 45 **[0040]** La máscara (45) comprende un cuerpo (47), varias juntas de estanqueidad (49) y un casquillo de retención (51).
- [0041]** El cuerpo (47) y el casquillo de retención (51) están hechos por ejemplo de aceros inoxidables.
- 50 **[0042]** El cuerpo (47) tiene una cavidad interna (53) cerrada por un extremo superior (55) y se abre hacia abajo fuera del cuerpo (47) a través de un asiento circular (57) ampliado. El extremo superior del cuerpo (47) puede acoplarse mecánica y eléctricamente al armazón de soporte (43), por ejemplo, a través de un agujero (59) que coopera con una clavija (no mostrada) en el armazón de soporte (43).
- 55 **[0043]** En el ejemplo descrito, la máscara (45) comprende una pila de cuatro juntas de estanqueidad (49). Estas juntas de estanqueidad (49) son anillas hechas preferentemente de materiales refractario y preferentemente con la forma de fieltro o trenza, por ejemplo, hecho de fieltros de grafito. Las juntas de estanqueidad (49) se reciben en el asiento (57).

[0044] El casquillo de retención (51) comprende un hombro interior (61) orientado hacia la junta de estanqueidad (49) inferior para presionar la pila de juntas de estanqueidad (49) axialmente contra la superficie (58) del asiento (57).

5

[0045] El casquillo de retención (51) tiene un cuello exterior (62) que comprende una rosca interna (64) enroscada en una rosca externa (48) situada en el extremo inferior del cuerpo (47).

[0046] El casquillo de retención (51) puede moverse al enroscarlo respecto al cuerpo (47) entre:

10

- una posición apretada superior, donde el casquillo de retención (51) está más cerca del cuerpo (47) y presiona las juntas de estanqueidad (49) deformables axialmente contra la superficie (58) del asiento (57), y

- una posición aflojada inferior, donde el casquillo de retención (51) está más alejado del cuerpo (47) y no presiona las juntas de estanqueidad (49).

15

[0047] Las juntas de estanqueidad (49) y el hombro interior (61) del casquillo de retención (51) delimitan un pasaje (63) interior circular a través del cual la cavidad (53) del cuerpo (47) se abre hacia abajo fuera de la máscara (5), cuando el casquillo de retención (51) está en su posición aflojada y no se ha insertado ningún revestimiento (21) en la máscara (45).

20

[0048] Para tratar una pieza (29), el revestimiento (21) es por ejemplo provisto con su tapón inferior (27) y relleno opcionalmente con un cuerpo búfer termal. Después, estando el casquillo de retención (51) en su posición aflojada, el extremo superior del revestimiento (21) pasa a través del pasaje (63) de manera que una primera parte superior (65) del revestimiento (21) se coloca en la cavidad (53) del cuerpo (47), una segunda parte (67) debajo de la primera porción (65) se coloca en la pila de juntas de estanqueidad (49) y una tercera parte (69) (Figura 1) debajo de la segunda parte (67) está fuera de la máscara (45). Como se muestra en la Figura 3, la pieza (29) colinda preferentemente contra el extremo superior (55) de la cavidad (53).

25

[0049] Después, el casquillo de retención (51) se enrosca en el cuerpo (47) hacia su posición apretada. Las juntas de estanqueidad (49) son presionadas axialmente contra la superficie (58) del asiento (57) de manera que las juntas de estanqueidad (49) se expanden de manera radial y hacia adentro para entrar en contacto con la segunda parte (67) de la pieza (29).

30

[0050] Las juntas de estanqueidad (49) sellan así el pasaje (63) y la cavidad (53). Dicho sellado evita la polución de la atmósfera de tratamiento por el aire contenido en el revestimiento (21) y elimina la necesidad de cerrar la pieza (29) con un tapón superior temporal.

35

[0051] La pieza (29) es conectada mecánicamente a la máscara (45) y el armazón de soporte a través de las juntas de estanqueidad (49). La máscara (45) y sus juntas de estanqueidad (49) también aseguran la conexión eléctrica entre el armazón de soporte (43) y la pieza (29). Con ese fin, las juntas de estanqueidad (49) son preferentemente hechas de material conductor o de un material que sea aislante eléctrico revestido de una capa que conduzca la electricidad.

40

[0052] Por último, la máscara (45) blindo la primera parte (65) y la segunda parte (67) de la pieza (29), es decir, del revestimiento 21, del tratamiento que se aplicará posteriormente a todas las superficies accesibles en la cámara (35) y por tanto la tercera parte (69) de la pieza (29).

45

[0053] Cuando este tratamiento se ha realizado, el casquillo de retención (51) se mueve a su posición aflojada y la pieza (29) puede eliminarse entonces de la máscara (45).

50

[0054] La tercera parte (69) ha sido por tanto tratada y la primera parte (65) y la segunda parte (67) han sido blindadas del tratamiento y pueden usarse más tarde para soldar el revestimiento (21) al tapón superior (25) correspondiente.

55

[0055] Las máscaras (45) descritas anteriormente son baratas, fáciles de colocar y eliminar y proporcionan un blindaje eficiente, incluso con tratamiento de carbonitruración con plasma. La máscara (45) puede ser reutilizada.

[0056] El uso de máscaras (45) sólidas también reduce el riesgo de polución asociado con el uso de pinturas como máscaras.

- 5 **[0057]** Gracias al uso de juntas de estanqueidad (49) deformables por casquillos de retención (51), el riesgo de dañar la superficie externa (31) del revestimiento (21) de la pieza (29) se reduce, a pesar de la variabilidad de fabricación del diámetro externo del revestimiento (21).
- [0058]** Otros materiales aparte del grafito puede usarse para las juntas de estanqueidad (49) por ejemplo anillas metálicas o trenzas o fieltros de cerámica, cerámica comprimida... siempre que sean lo suficientemente deformables y blandos para evitar dañar los revestimientos (21) durante el contacto.
- 10 **[0059]** De manera ventajosa, el cuerpo (47) y el casquillo de retención (51) son partes sólidas de material resistente para evitar distorsión termal y el hilo (48) del cuerpo y el hilo (64) del cuello (62) están tratados termoquímicamente para evitar obstruir o detener los hilos.
- 15 **[0060]** En una realización preferida, el cuerpo (47) y el casquillo de retención (51) están hechos de acero inoxidable y ambos están nitrurados con plasma o carbonitrurados, o al menos las partes con los hilos 48, 64 o ambos están nitrurados o carbonitrurados antes del primer uso. Dicha máscara (45) puede ser reusada entonces una y otra vez y solo las juntas de estanqueidad (49) necesitan ser reemplazadas y son material consumible.
- 20 **[0061]** Una máscara según la invención es rápida y fácil de operar. Las juntas de estanqueidad (49) deformables compensan la variabilidad de fabricación de los revestimientos (21).
- [0062]** Opcionalmente, una llave dinamométrica calibrada se usa para enroscar el casquillo de retención (51) en el cuerpo (47). Por tanto, una presión de contacto definida y uniforme es aplicada por las juntas de estanqueidad (49) en la pieza (29) asegurando así la sujeción eficiente de la pieza (29) solo con las juntas de estanqueidad (49) durante el tratamiento, con riesgo bajo de dañar la geometría o la superficie exterior (31) de la pieza (29).
- 25 **[0063]** En la realización descrita anteriormente, la máscara (45) proporciona sujeción mecánica y conexión eléctrica de la pieza (29) pero este no es necesariamente el caso.
- 30 **[0064]** Por ejemplo, un tratamiento de oxidación, como el tratamiento enseñado en el documento WO-2009/081013, no requiere la conexión eléctrica de la pieza (29).
- [0065]** Las piezas a tratar pueden ser de hecho de otro metal que no sea acero o aleaciones basadas en níquel, por ejemplo, aleaciones de circonio, titanio o hafnio.
- 35 **[0066]** El uso de una máscara sólida según la invención es compatible con las condiciones, en concreto las temperaturas de los tratamientos termoquímicos de estas aleaciones, por ejemplo, desde 300 °C y hasta 800-1000 °C en el caso de oxidación, desde 10 a 100 °C en el caso de la Oxidación Electrolítica con Plasma (PEO)...
- 40 **[0067]** La máscara (45) puede usarse también junto con otros tratamientos además de los tratamientos con plasma, por ejemplo, tratamientos en fase líquida, o incluso otros tratamientos aparte de la difusión de especie(s) de átomo.
- 45 **[0068]** Otros tratamientos pueden ser, por ejemplo:
- tratamientos termoquímicos en fase líquida como sal fundida, por ejemplo, para carburizar piezas de acero en un baño de Bórax. En este último caso las juntas de estanqueidad (49) puede estar hechas de alúmina o fieltro o trenza de zircona;
 - Tratamientos de Deposición Química mediante Vapor (CVD), por ejemplo, para deposición de TiN-TiC-TiN-TiC-TiN
- 50 en tubos de niobio. En este último caso las juntas de estanqueidad (49) puede estar hechas de fieltro o trenza de sílice y el tratamiento térmico usualmente desde 300 a 1100 °C es compatible con el uso de una máscara sólida según la invención.
- [0069]** El material de las juntas de estanqueidad (49) pueden adaptarse dependiendo del material de la pieza (29) a tratar: sílice, alúmina, grafito o metal para el tratamiento de oxidación mediante ionización o gasificación, preferentemente grafito para nitruración...
- [0070]** Además, la cavidad (53) tiene un extremo cerrado en la realización descrita, pero esta cavidad (53) puede ser un agujero pasante por ejemplo con una disposición de junta de estanqueidad en ambas aberturas

permitiendo la protección de cualquier parte local de la pieza (29) y si es necesario el uso de varias máscaras (45) para proteger varias partes locales de la pieza (29).

[0071] En la realización descrita, se usa una pila de cuatro juntas de estanqueidad (49) pero una máscara (45) puede comprender cualquier número de juntas de estanqueidad (49), incluso una sola junta de estanqueidad (49).

[0072] La máscara (45) y sus elementos pueden tener formas diferentes que las descritas previamente. Otras conexiones aparte de una conexión de rosca pueden usarse entre el cuerpo (47) y el casquillo de retención (51).

[0073] En concreto, la invención descrita anteriormente puede aplicarse a piezas con otras formas aparte de tubulares o de barra con base circular, en esos casos el cuerpo (47), las juntas de estanqueidad (49), el casquillo de retención (51) ... pueden no tener una forma giratoria. Concretamente, las piezas pueden ser tubulares con una base cuadrada.

15

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para tratar termoquímicamente una pieza (29), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 5
- proveer una máscara (45) que comprende un cuerpo (47) con un asiento (57), al menos una junta de estanqueidad (49) deformable situada en el asiento (57), y un casquillo de retención (51) que se mueve con respecto al cuerpo (47), entre una posición apretada en la que el casquillo de retención (51) presiona la junta de estanqueidad (49) y una posición aflojada, teniendo el cuerpo (47) una cavidad (53) a la que puede accederse a través de un pasaje (63) delimitado en la junta de estanqueidad (49) cuando el casquillo de retención (51) está en la posición aflojada.
 - 10 - colocar una primera parte (65) de la pieza (29) en la cavidad (53) mientras el casquillo de retención (51) está en la posición aflojada, una segunda parte (67) de la pieza (29) estando situada en el pasaje (63), y una tercera parte (69) de la pieza (29) localizada fuera de la máscara (45),
 - mover el casquillo de retención (51) a su posición apretada de manera que la junta de estanqueidad (49) se
 - 15 deforma y aplicada contra la segunda parte (67) de la pieza (29), y
 - aplicar un tratamiento termoquímico a la tercera parte (69) de la pieza (29).
2. Procedimiento según la reivindicación (1), donde el tratamiento comprende la difusión de especie(s) de átomos.
- 20
3. Procedimiento según la reivindicación (2), donde el tratamiento comprende la difusión de especie(s) de átomos o especie(s) de carbono o especie(s) de oxígeno.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el tratamiento es un
- 25 tratamiento de plasma o un tratamiento en fase líquida o un tratamiento de deposición química mediante vapor.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la pieza (29) es tratada a una temperatura menor de 650°C, preferentemente menor que 600°C y más preferentemente menor que 500°C.
- 30 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la pieza (29) es tubular.
7. Procedimiento según la reivindicación (6), donde la pieza (29) comprende un revestimiento (21).
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la pieza (29) está hecha de
- 35 acero inoxidable o aleación de circonio o de aleación de hafnio o de aleación de titanio o de aleación basada en níquel.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la pieza (49) comprende un material que conduzca la electricidad.
- 40
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la máscara (45) tiene una conexión de rosca entre el cuerpo (47) y el casquillo de retención (51).
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la junta de estanqueidad
- 45 (49) está hecha de material refractario.
12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la junta de estanqueidad (49) comprende una trenza, un fieltro o un material comprimido.
- 50 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la pieza (29) es sujeta durante el tratamiento solo por la junta de estanqueidad (49).
14. Una máscara que provee un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones (1-13), comprendiendo la máscara un cuerpo (47) con un asiento (57), al menos una junta de estanqueidad (49) deformable
- 55 situada en el asiento (57), y un casquillo de retención (51) que se mueve con respecto al cuerpo (47), entre una posición apretada en la que el casquillo de retención (51) presiona la junta de estanqueidad (49) y una posición aflojada, teniendo el cuerpo (47) una cavidad (53) a la que puede accederse a través de un pasaje (63) delimitado en la junta de estanqueidad (49) cuando el casquillo de retención (51) está en la posición aflojada.

15. Una máscara según la reivindicación (14), donde la junta de estanqueidad (49) comprende un material que conduce la electricidad.
16. Una máscara según las reivindicaciones (14) o (15), donde la máscara (45) tiene una conexión de rosca entre el cuerpo (47) y el casquillo de retención (51).
17. Una máscara según cualquiera de las reivindicaciones (14-16), donde la junta de estanqueidad (49) está hecha de material refractario.
- 10 18. Una máscara según cualquiera de las reivindicaciones (14-17) donde la junta de estanqueidad (49) comprende una trenza, un fieltro o un material comprimido.

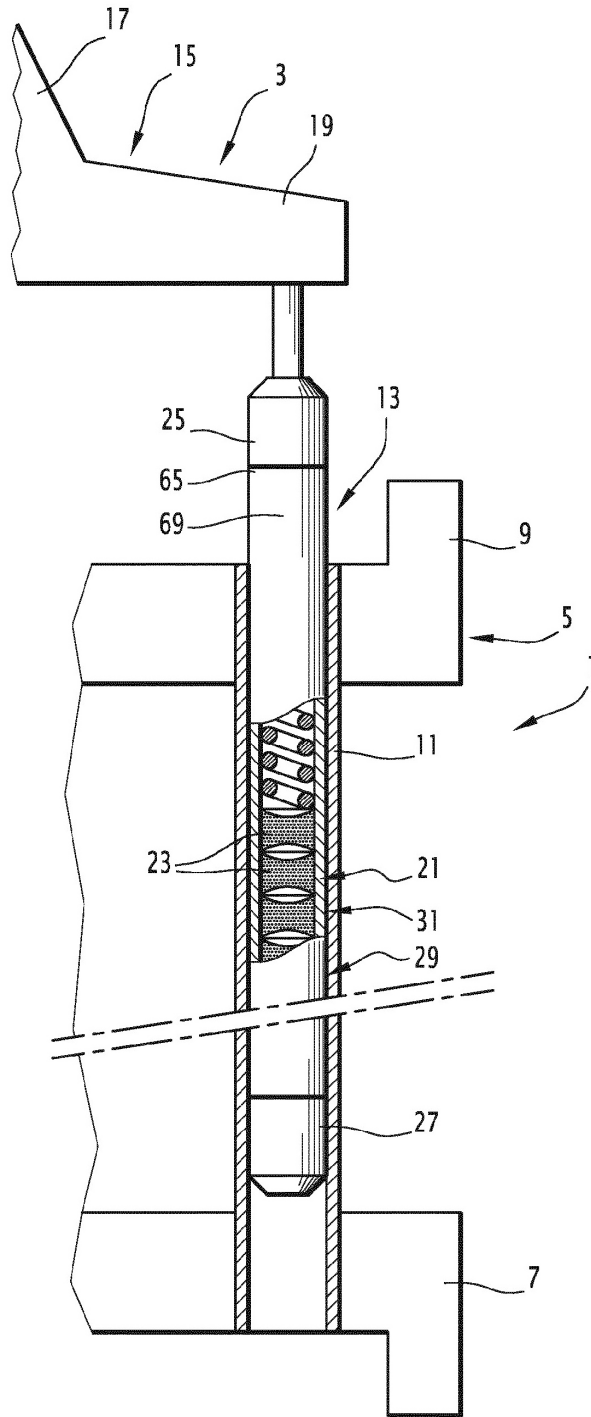


FIG.1

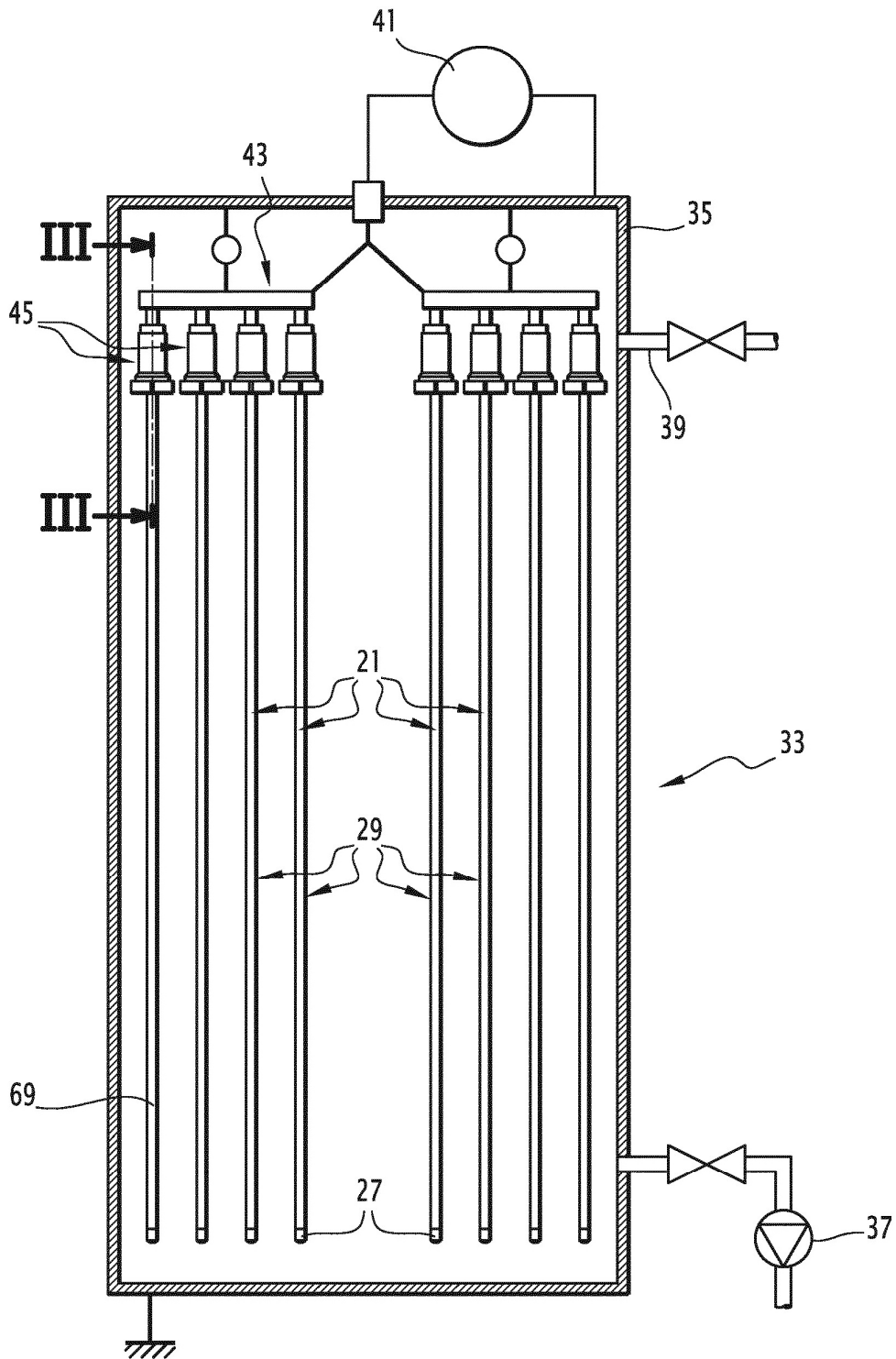


FIG.2

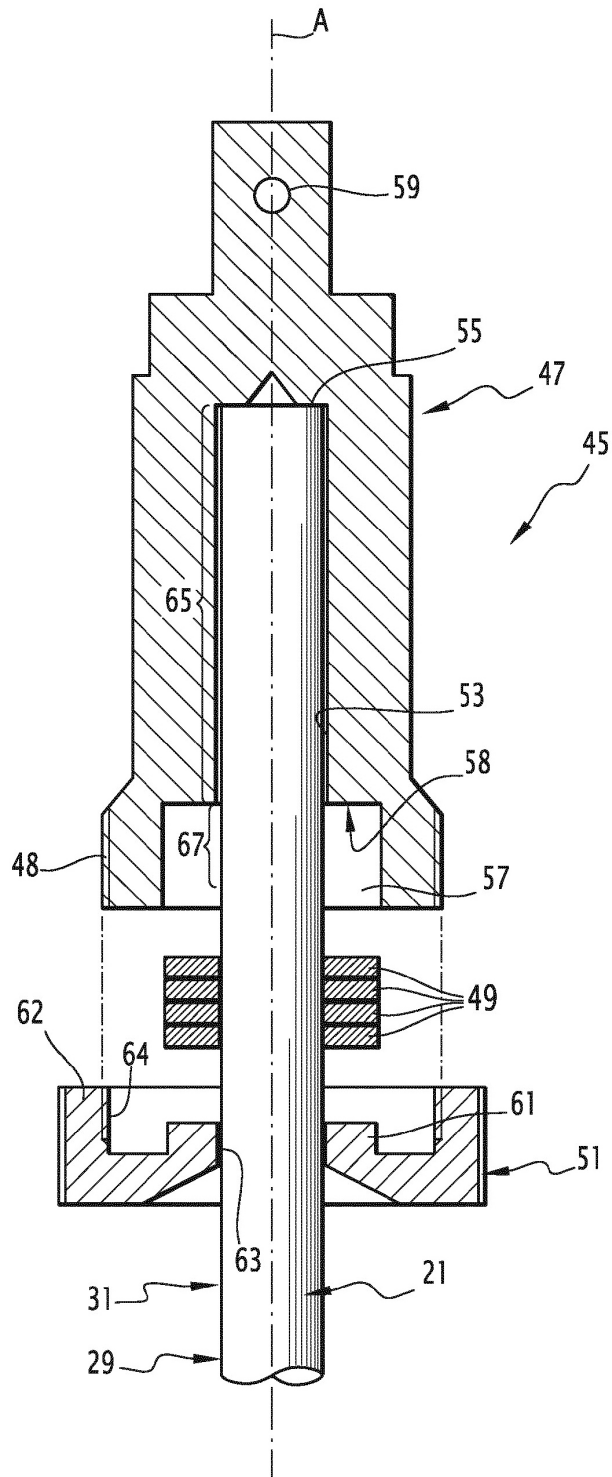


FIG. 3