

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 483 968**

51 Int. Cl.:

**B23K 35/30** (2006.01)

**B23K 1/00** (2006.01)

**B23K 1/008** (2006.01)

**B23K 1/19** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2006 E 06747812 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 1888294**

54 Título: **Método de latonado de artículos de acero inoxidable**

30 Prioridad:

**26.05.2005 SE 0501199**

**26.05.2005 SE 0501198**

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

**08.08.2014**

73 Titular/es:

**ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.0%)**

**BOX 73**

**221 00 LUND, SE**

72 Inventor/es:

**SJÖDIN, PER y**

**RASSMUS, JENS**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 483 968 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 latonado de artículos de acero inoxidable

- 5 La presente invención se refiere a un método para latonar artículos de acero inoxidable de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 (véase por ejemplo el documento US 2004/056074).

**Antecedentes de la invención**

- 10 El sellado de fisuras y poros, y el latonado de juntas son factores importantes cuando se producen artículos latonados, especialmente cuando se producen artículos herméticos frente a fluidos sin fugas. Cuando las juntas, fisuras y poros tienen un área grande, entonces la capacidad de sellado y llenado aumenta su importancia para el relleno de latón, pero la capacidad de sellado y llenado no está necesariamente ligada a la resistencia de la zona o área latonada. Por tanto, un requisito es proporcionar artículos, que tengan suficiente resistencia para el fin o uso  
15 pretendido. Se desarrollan diferentes métodos de latonado y se describen, por ejemplo, en el documento US 6.109.505 y en el documento US 4.516.716, que describen el latonado de acero inoxidable.

Otro requisito de la presente invención es proporcionar artículos latonados de acero inoxidable.

- 20 Otro requisito es proporcionar un método mejorado para el latonado de artículos de acero inoxidable que tienen poros, grietas, juntas, huecos o fisuras grandes.

La invención

- 25 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un método para el latonado de artículos de acero inoxidable. En lo sucesivo se usa el latonado, pero debe entenderse que el término también comprende soldadura, y el material de la invención comprende material de soldadura y material de latonado. La invención proporciona un método de latonado de un artículo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende partes de acero inoxidable, comprendiendo el método: aplicar un material de relleno de latonado a base de hierro a las partes  
30 objeto de latonado y unir las partes, comprendiendo el material de relleno de latonado a base de hierro al menos un 40 % en peso de Fe, un 14-21 % en peso de Cr, un 5-21 % en peso de Ni, un 0-8 % en peso de Mn, un 0,2 % en peso de C y un 0-15 % en peso de Hf y bien un 6-15 % en peso de Si y un 0,2-1,5 % en peso de B o bien un 4-9 % en peso de Si y un 4-9 % en peso de P; precalentar las partes unidas en una atmósfera no oxidante, una atmósfera reductora, vacío o sus combinaciones, hasta al menos 400 °C y dejar las partes a la temperatura de al menos 400 °C  
35 durante al menos 15 minutos, elevar la temperatura hasta al menos 900 °C y dejar las partes a la temperatura de al menos 900 °C durante al menos una hora para igualar la temperatura de las partes, de manera que la temperatura sea igual a través de las partes y el material de latonado, calentándose posteriormente las partes unidas hasta una temperatura de latonado de al menos 1100 °C durante al menos 30 minutos, para latonar las partes y de modo que el material de latonado fluya al interior de las juntas, poros, grietas, huecos o fisuras objeto de llenado y sellado; y  
40 permitir que el material de latonado se deposite de este modo, para formar, en el artículo latonado, áreas latonadas que tienen una dureza media menor de 600 HV1. El método de latonado comprende: etapa (i) aplicar un material de relleno de latonado a base de hierro a las partes de acero inoxidable; etapa (ii) unir las partes; etapa (iii) calentar las partes. Se usa el método de la invención para producir artículos latonados que tienen una dureza media menor de 600 VH1 (ensayo de dureza de Vickers - Parte 1: método de ensayo (ISO 6507-1:1997) en las áreas latonadas).

- 45 De acuerdo con un aspecto preferido de la presente invención, se sellan las juntas, poros, grietas, huecos o fisuras mayores de 76 µm con el material de latonado que fluye al interior de las juntas, poros, grietas, huecos o fisuras y se deja sedimentar.

- 50 Las áreas latonadas del artículo latonado pueden tener una resistencia frente a la tracción de al menos 110 N/mm<sup>2</sup>.

- Aunque el coeficiente de expansión térmica sea el mismo para un objeto pequeño y un objeto grande del mismo material, el objeto grande tiene una expansión total grande. Si se calienta uno de los dos objetos, con la misma longitud a la misma temperatura, la diferencia de longitud es proporcional al tamaño del objeto para la misma  
55 diferencia de temperatura. Ambas cuestiones dan lugar a fisuras grandes, que es preciso llenar con los materiales de relleno de latonado. De este modo, el tamaño, es decir el área, longitud, anchura, espesor grande, etc, de un objeto metálico tiene un efecto sobre la precisión de las juntas latonadas o áreas latonadas, ya que la expansión térmica de las partes varía, y puede dar lugar a una idoneidad irregular y fisuras grandes. Otros casos de idoneidad irregular pueden estar provocados por el diseño de las partes objeto de unión, por los movimientos cuando se produce el latonado de los objetos, o por la fabricación de las partes objeto de unión. Por tanto, un aspecto importante cuando se produce el latonado de las juntas o áreas, etc, es la capacidad de relleno y sellado cuando se produce el latonado.

- 65 El cobre (Cu) tiene una buena capacidad de sellado de fisuras grandes. Uno de los motivos para no usar objetos latonados con Cu es la limitación de las propiedades del relleno-latonado de Cu, por ejemplo, el Cu puede inducir diferentes tipos de problemas de corrosión. El problema más obvio es que el cobre se consume debido a la

corrosión. El consumo de cobre puede disminuir la resistencia mecánica del objeto y el objeto puede comenzar a tener fugas. La liberación de productos de corrosión de Cu y iones de Cu al medio en un objeto puede dar lugar a corrosión galvánica en otras partes del mismo sistema en el que se instala el objeto. Los relleno-latonados de plata pueden ser una opción, pero normalmente no se usan debido a que el precio de la plata es elevado.

Los rellenos-latonados de níquel (Ni) que contienen cromo (Cr) tienen mejor resistencia a la corrosión que los rellenos-latonados de Cu, pero los rellenos-latonados de Ni tienen varias desventajas. Una de ellas es que se puede liberar níquel a partir del latonado de níquel cuando se usa, por ejemplo, en aplicaciones de agua. La cantidad de níquel, por ejemplo, en agua del grifo está limitada por normativa. Los iones de Ni también pueden dar lugar a corrosión galvánica en otras partes del mismo sistema cuando se instala el objeto.

Una cuestión importante para la resistencia es el modo en el que el material de relleno de latonado es capaz de rellenar los huecos o fisuras grandes. La capacidad de los rellenos-latonados de níquel para rellenar las fisuras es limitada y los materiales latonados de níquel también pierden resistencia en las fisuras grandes, es decir, fisuras mayores de 0,076 mm, véase por ejemplo ASM Handbook, volumen 6, Welding, Brazing and Soldering, primera impresión 1993/Brazing of stainless steel página 911-913. De este modo, resulta muy difícil producir objetos latonados con Ni de gran tamaño.

La selección de un metal de relleno de latonado particular para una aplicación específica depende de varios factores. Consideraciones básicas son la temperaturas y los materiales objeto de latonado. En cualquier proceso de latonado, el material de relleno de latonado debe poseer una temperatura de sólido que sea suficientemente elevada para proporcionar las propiedades deseadas al conjunto latonado. El proceso necesita una temperatura de líquido, que sea suficientemente baja para ser compatible con las aptitudes de temperatura de las partes objeto de unión. Se puede usar el método de la presente invención para producir artículos de acero inoxidable por medio de latonado de un material de base de acero inoxidable con una aleación que tiene principalmente la misma composición que el material de base, proporcionando de este modo una junta homogeneizada de la aleación entre el material de base o los materiales de base. La aleación de latonado comprende hierro como componente principal, y es un material de relleno de latonado a base de hierro. El material de relleno de latonado a base de hierro se puede producir por medio de atomización de gas o agua, por medio de centrifugación en masa fundida, aleación mecánica o por medio de machacado de lingotes.

Cuando se lleva a cabo el latonado de una junta, resulta apropiado que el material de latonado humecte las partes de los objetos, que se tienen que someter juntas a latonado, y que el material de latonado pueda fluir en el interior de las fisuras, juntas, poros, etc durante el latonado. El punto de fusión del material de relleno de latonado está por debajo, de manera apropiada, del punto de fusión del material de base de las partes. Una propiedad relevante del material de relleno de latonado es la capacidad para rellenar las fisuras, juntas, poros, etc. Los materiales de latonado basados en níquel tienen una capacidad inferior de relleno de las fisuras, de modo que resulta muy difícil producir objetos de gran tamaño tales como los intercambiadores de calor latonados con Ni.

El material de latonado se puede fabricar en forma de lámina, un polvo, o polvo mezclado con un aglutinante que forme una pasta, o se puede dispersar el material de latonado en una mezcla de aglutinante y líquido, que se puede pintar o pulverizar sobre una superficie de material de base.

Se puede aplicar el material de base de latonado a base de hierro en forma de polvo o en forma de pasta. Una forma puede ser aplicar cordones o gotas de material de relleno de latonado a base de hierro ejerciendo presión a través de la boquilla. Otro ejemplo de aplicación del material de relleno de latonado a base de hierro puede ser aplicar un aglutinante en forma de gotas o cordones sobre el material de base y posteriormente dispersar polvo de latonado sobre la superficie.

El artículo latonado puede ser una parte sub-unida que se somete a latonado con una o más partes adicionales, aplicándose el material de relleno de latonado a base de hierro sobre las partes objeto de latonado posterior, y posteriormente uniendo las partes objeto de latonado posterior. Se repiten las etapas de precalentamiento de las partes unidas y calentamiento de las partes unidas hasta la temperatura de latonado. Esto permite la fabricación de artículos que tienen un diseño complejo, que se tienen que someter a latonado por etapas.

El método incluye el calentamiento hasta una temperatura de latonado de al menos 1100 °C, y en algunas realizaciones el calentamiento hasta una temperatura de latonado de al menos 1150 °C. Se puede llevar a cabo el calentamiento durante al menos 30 minutos. Se pueden calentar las partes de los artículos hasta la temperatura en la cual se funde el material de latonado. El método de la invención comprende una etapa que incluye precalentar las partes hasta, por ejemplo, una temperatura de al menos 400 °C, al menos 500 °C o incluso el menos 550 °C, y dejar las partes a esa temperatura por ejemplo al menos 15 minutos, al menos 30 minutos, al menos 1 hora o incluso durante más tiempo, posteriormente elevar la temperatura hasta por ejemplo 900 °C, al menos 1000 °C o incluso al menos 1100 °C. Se dejan las partes a esta temperatura para igualar la temperatura de las partes, de forma que la temperatura sea igual a través de las partes y el material de latonado. El tiempo para el igualado depende del tamaño del artículo objeto de latonado; para objetos pequeños, un tiempo corto puede resultar suficiente. Por ejemplo, tiempos apropiados pueden ser de al menos una hora, al menos 2 horas, al menos 3 horas, o incluso

tiempos más prolongados. La temperatura depende de la temperatura de sólido-líquido del material de latonado y de la composición de la aleación de latonado y de los elementos que rebajan el punto de fusión. Tras igualar la temperatura de las partes objeto de latonado, se eleva la temperatura hasta una temperatura de latonado. Tanto el tiempo de latonado como la temperatura de latonado dependen del material de latonado, pero también del tamaño y la forma del artículo objeto de latonado. El latonado se puede dividir en A) fusión del material de latonado, B) flujo del material de latonado por medio de fuerza capilar entre las superficies adyacentes y deposición del material de latonado fundido, y C) difusión de los elementos del material de latonado con el material de base o la aleación de las partes objeto de latonado.

Durante el proceso de latonado, el material de latonado difunde con las superficies adyacentes de manera que éstas y el material de latonado puedan constituir de manera conjunta una región de material parcialmente homogéneo.

Si la temperatura en el medio del artículo no es suficientemente elevada, la parte media no experimenta latonado debido a que el material de latonado no se funde, y las propiedades del artículos serán inferiores.

Ejemplos de temperatura y tiempos de latonado son: calentar hasta al menos 1100 °C y calentar durante al menos 30 minutos; calentar hasta al menos 1100 °C y calentar durante al menos 45 minutos; y calentar hasta al menos 1100 °C durante más de 60 minutos. De acuerdo con una alternativa adicional, la temperatura puede ser de al menos 1150 °C y el tiempo puede ser de al menos 25 minutos.

Un intercambiador de calor grande puede tener varias placas apiladas juntas. El conjunto de placas puede comprender 10, 20 o más placas. Un intercambiador de calor puede tener 100, 150, 200 placas o más. Se puede definir un intercambiador de calor grande por medio del área de las placas del intercambiador de calor y otra forma de definir un intercambiador de calor de gran tamaño es el número de placas.

Durante el proceso de latonado, el material de latonado difunde con las superficies adyacentes de manera que éstas y el material de latonado constituyan de manera conjunta una región de material parcialmente homogénea.

El hecho de someter a latonado superficies planas de manera conjunta y formar juntas estancas puede resultar difícil por medio de los métodos convencionales. La presente invención proporciona un método para latonar dos superficies planas de manera conjunta por medio del uso de un material de latonado a base de hierro que contiene un agente reductor de tal forma que se puede controlar la ubicación inducida por capilaridad del material de latonado entre las superficies. El material de relleno de latonado a base de hierro se puede aplicar a superficies planas o superficies de gran tamaño con la ayuda de agentes de ruptura de fuerza capilar. Los agentes de ruptura de fuerza capilar pueden estar en forma de hendiduras, trazas, trayectorias, conductos, canales o vías con forma de u o v, etc. El material de relleno de latonado a base de hierro se puede aplicar al interior de los agentes de ruptura de fuerza capilar, es decir, al interior de las hendiduras, trazas, trayectorias, conductos, canales con forma de u o v, vías, redes, etc o se puede aplicar el material de relleno de latonado próximo a los agentes de ruptura de fuerza capilar. Durante el calentamiento, el material de relleno de latonado a base de hierro fluye al área donde se puede romper la fuerza capilar y produce el latonado de las superficies de manera conjunta, superficies que se encuentran una en posición adyacente con respecto a la otra. De este modo, el área latonada proporciona fisuras, juntas, etc. estancas o selladas y latonadas, entre la superficie plana que, por otro lado, resulta difícil de latonar de manera uniforme. Los agentes de ruptura de fuerza capilar permiten también el latonado de las superficies que tienen fisuras de gran tamaño, partes que tienen forma irregular, etc.

Cuando se aplica el material de latonado entre dos partes próximas a un agente de ruptura de fuerza capilar, el material de latonado viscoso que fluye detiene el movimiento de flujo y se deposita en el borde del agente de ruptura de fuerza capilar. El canal de reactor puede funcionar como un agente de ruptura de fuerza capilar. Se aplica una placa que tiene un canal de reactor con material de latonado y se coloca una placa de barrera o similar en contacto con la placa de canal de reactor. El material de latonado que fluye se detiene y se deposita en el borde del canal de reactor, lo cual provoca el sellado de la placa de reactor frente a la placa de barrera sin rellenar el canal de reactor con el material de latonado depositado.

Hasta donde puede fluir el material de latonado entre las dos superficie de borde depende parcialmente del tiempo de deposición de los materiales de latonado y de la distancia entre las superficies, y la cantidad de material de latonado. Debido a que el material de latonado "se adhiere" a cada superficie, que es objeto de latonado, el espacio intermedio entre las superficies disminuye. A medida que disminuye el espacio intermedio, al tiempo que se deposita el material de latonado, también resulta más difícil que el material de latonado fluya entre los mismos.

En el método de la invención, el latonado tiene lugar en presencia de un gas inerte o un gas activo de soldadura. El calentamiento o el latonado se pueden llevar a cabo en presencia de uno o más de los gases seleccionados entre el grupo que consiste en helio, argón, nitrógeno, hidrógeno, dióxido de carbono, uno o más de los gases mencionados en combinaciones con vacío.

De acuerdo con el método de la presente invención, las zonas latonadas formadas o áreas de latonado, tal como por ejemplo las juntas latonadas, poros, grietas, huecos, fisuras, etc., tienen una dureza media de menos de 600 HV1.

Las zonas de latonado o áreas de latonado pueden tener una dureza media de menos de 500 HV1, menos de 400 HV1, menos de 350 HV1 y posiblemente menos de 300 HV1.

Debido a que los materiales de relleno de soldadura basados en hierro tienen propiedades de flujo y propiedades humectantes para penetrar en el interior de las fisuras, los materiales de relleno de latonado basados en hierro crean una unión con el material de base, sellan las fisuras y son capaces de unir superficies planas por medio de latonado. De acuerdo con un aspecto alternativo de la invención, los materiales de relleno de latonado basados en hierro pueden sellar o rellenar poros, grietas, huecos, juntas o fisuras mayores de 1000  $\mu\text{m}$ , y pueden sellar o rellenar poros, grietas, huecos, juntas o fisuras de hasta 3000  $\mu\text{m}$  o más. De acuerdo con otro aspecto alternativo del método, se pueden sellar o rellenar poros, grietas, huecos, juntas o fisuras mayores de 250  $\mu\text{m}$  con el material de relleno de latonado a base de hierro y se puede proporcionar una zona latonada o área latonada que tenga una dureza media de menos de 350 HV1. De acuerdo con otro aspecto alternativo del método se pueden sellar o rellenar poros, grietas, huecos, juntas o fisuras mayores de 1000  $\mu\text{m}$  con el material de relleno de latonado a base de hierro y se puede proporcionar una zona latonada o área latonada que tiene una dureza media menor de 350 HV1.

De acuerdo con otro aspecto alternativo, el método puede comprender sellar o rellenar poros, grietas, huecos, juntas o fisuras mayores de 300  $\mu\text{m}$ , o sus combinaciones, y proporcionar áreas latonadas que tengan una dureza media de menos de 350 HV1, medida en la línea central o cerca de una línea central del área latonada o las fisuras rellenas mayores de 250  $\mu\text{m}$ .

De acuerdo con otro aspecto alternativo, el método puede comprender sellar o rellenar poros, grietas, huecos, juntas o fisuras mayores de 350  $\mu\text{m}$ , o sus combinaciones, y proporcionar áreas latonadas que tengan una dureza media de menos de 350 HV1, medida en la línea central o cerca de una línea central del área latonada o las fisuras rellenas mayores de 300  $\mu\text{m}$ .

De acuerdo con otro aspecto alternativo, el método puede comprender sellar o rellenar poros, grietas, huecos, juntas o fisuras mayores de 500  $\mu\text{m}$ , o sus combinaciones, y proporcionar áreas latonadas que tengan una dureza media de menos de 390 HV1, medida en la línea central o cerca de una línea central del área latonada o las fisuras rellenas mayores de 400  $\mu\text{m}$ .

Se suministra la cantidad deseada de material de latonado a las juntas de contacto, que se pretenden latonar juntas de cualquiera de las formas descritas u otras. El material de latonado puede cubrir un área que es bastante mayor que el punto de la junta de contacto. Los puntos de la junta de contacto pueden tener un diámetro de al menos 0,5 mm.

Materiales de relleno de latonado basados en hierro apropiados se divulgan en los documentos WO 02/38327, WO 02/098600, US 3.736.128, US 4.402.742, US 4.410604, US 4.516.716, US 6.656.292 o EP 0 418 606. De acuerdo con un aspecto del presente método, se pueden seleccionar los materiales de relleno de latonado basados en hierro entre los materiales divulgados en el documento WO 02/38327 o en el documento WO 02/098600. Los materiales de relleno de latonado basados en hierro pueden comprender Si, B o P. En particular, el material de relleno de latonado a base de hierro comprende al menos un 40 % en peso de Fe, un 14-21 % en peso de Cr, un 5-21 % en peso de Ni, 6-15 % en peso de Si, 0,2-1,5 % en peso de B y como alternativa en equilibrio con otros elementos, o como material de relleno alternativo de latonado a base de hierro comprende al menos un 40 % en peso de Fe, 14-21 % en peso de Cr, 5-21 % en peso de Ni, 4-9 % en peso de P y como alternativa en equilibrio con otros elementos.

Debido a que el proceso de latonado es un proceso metálico y las superficies respectivas para latonado adoptan la forma de material metálico, entonces el material de latonado a base de hierro durante el proceso de latonado difunde con las superficies de borde, que se pretenden latonar de manera conjunta. La junta o sellado entre las dos superficies unidas "desaparece" más o menos durante el proceso de latonado de acuerdo con un aspecto de la invención. La junta latonada junto con las superficies de las partes metálicas se convierten en una unidad con únicamente pequeños cambios en la composición del material de las aleaciones.

Cuando las partes son placas de un intercambiador de calor, las placas pueden ser placas terminales, placas de adaptador, placas sellantes, placas de bastidor, etc. y constituir un sistema de intercambiador de calor. Cada una de las placas del intercambiador de calor comprende al menos un rebaje de puerto, de manera que los rebajes de puerto juntos forman un canal de puerto cuando las placas se colocan una sobre otra. Las placas se apilan juntas en una pila de placas o conjunto de placas en el intercambiador de calor. El paquete de placas comprende entre las placas un número de canales, que se adaptan en número de medio. El medio de los canales adyacentes se somete a transferencia de temperatura a través de la placa de transferencia de calor de manera convencional. Las placas pueden comprender un borde, que se puede extender parcialmente hacia abajo y sobre la parte de borde de una placa adyacente de transferencia de calor de la pila de placas. Los bordes de las placas forman un sellado contra la placa adyacente de transferencia de calor de tal manera que se puede formar un canal entre las placas. El canal bien permite el flujo de un medio o bien se cierra de manera que no tenga lugar flujo alguno y, por tanto, el canal se encuentre vacío. Para consolidar el paquete de placas y las regiones de puerto, se puede adaptar una placa de adaptador o una placa terminal al paquete. Las superficies de la placa terminal o placa de adaptador pueden ser

planas de manera que se puedan maximizar las superficies de contacto entre las superficies. Como se ha comentado anteriormente, los respectivos rebordes de puerto de las placas coinciden, formando de este modo un canal. En un lado de este canal de puerto existe, por tanto, una junta entre las dos placas. Para evitar la fuga en esta junta se puede aplicar material de latonado alrededor de la región de puerto entre las placas. Se puede colocar el material de latonado en el mismo punto o cerca de un agente de ruptura de la fuerza capilar, que se puede extender total o parcialmente alrededor de la región de puerto entre las placas. En el paquete de placas se puede aplicar material de latonado sobre diferentes partes pre-diseñadas o pre-determinadas de las placas. Durante el proceso de latonado, el material de latonado se vuelve viscoso y fluye a partir de las partes aplicadas fuera, entre las placas, debido a la acción de la fuerza capilar. La ventaja de aplicar el material de latonado en puntos determinados posibilita controlar el volumen y la cantidad de material de latonado, y controlar qué partes de las superficies se tienen que latonar y qué partes no. Cuando se produce el latonado de un intercambiador de calor se requieren al menos tres placas de intercambiador de calor, pero resulta común que se latonen varias placas de manera conjunta. De acuerdo con un aspecto alternativo de la invención, existe una pila de varias placas latonadas de manera conjunta al mismo tiempo en el mismo horno.

El método de latonado de la invención puede comprender el latonado del artículo unido con todas sus partes al mismo tiempo o se puede latonar el artículo por etapas, de manera que primero se unen y latonan las partes de manera conjunta y posteriormente se unen con partes adicionales y se latonan de manera conjunta, y así sucesivamente usando el mismo tipo de material de latonado en cada ciclo de latonado.

Las sub-reivindicaciones definen características adicionales y realizaciones de la invención.

A continuación, se explica la presente invención con más detalle por medio de las fotografías adjuntas.

#### Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una fotografía que muestra un corte transversal de una parte de un intercambiador de calor.

La Figura 2 es un dibujo que muestra un corte transversal de una junta.

La Figura 3 es una fotografía que muestra un corte transversal de una junta sobre la cual se llevan a cabo ensayos de dureza.

#### Descripción detallada de las figuras

La Figura 1 muestra que el material de relleno de latonado a base de hierro es capaz de rellenar las fisuras grandes, y que es posible latonar con grandes cantidades de material de latonado. Los intercambiadores de calor grandes latonan juntas y, por tanto, se caracterizan porque se aplica mucha sustancia de relleno de latonado aplicada y también se descubren zonas de homogeneización de gran tamaño. Se mezclan una parte de la sustancia de relleno de latonado y una parte del espesor de la placa original en el interior de la zona de homogeneización.

La Figura 2 muestra esquemáticamente las relaciones que existen entre los diferentes parámetros en una fisura o junta latonada con el material de relleno F. La letra A representa el espesor de la placa E que también representa el material de base E. B representa el espesor más pequeño de una fisura o junta latonada entre el material de base E o las placas E. C representa el espesor más grande de una fisura o junta latonada sin ningún poro, fisuras o conductos, y la letra D representa el espesor más grande de una fisura o junta latonada en la cual cualesquiera poros, fisuras o conductos G se abren, pero todavía está sellada. Si no existe traza alguna de poro, fisura o conducto, entonces  $C = D$ . Para el material de relleno a base de níquel  $C = D$  es menor que  $C = D$  para el material de relleno a base de hierro. La presencia de poros, fisuras o conductos hace que la zona latonada sea menos fuerte.

La Figura 3 es una fotografía que muestra un corte transversal de una junta sobre la cual se han llevado a cabo ensayos de dureza. Se calcula la dureza media en forma de media numérica y depende del número de ensayos.

A continuación, se muestran algunos aspectos en los Ejemplos. Si no se afirma lo contrario, en los ejemplos y tablas, el porcentaje se proporciona en peso (% en peso).

#### Ejemplo 1

Se sometieron a ensayo muestras de ensayo que tenían una geometría similar al patrón de placa del interior de las placas de intercambiador de calor sometido a presión de paredes finas latonadas. La cantidad aplicada de material de relleno-latonado fue de aproximadamente 16 a 20 g por cada 4 juntas de latonado. Se comparó un relleno de latonado a base de níquel BNi-5 de acuerdo con las especificaciones AWS A5.8 para rellenos-latonados con un relleno-latonado a base de hierro que comprendía un 56 % en peso de Fe, un 17 % en peso de Cr, un 12 % en peso de Ni, un 12 % en peso de Si y un 1 % en peso de B. Se aplicó el relleno de latonado a las muestras de ensayo que tenían fisuras de 0,3-0,4 mm, y se calentaron las muestras en un horno a una temperatura de aproximadamente 1200 °C en una atmósfera no oxidativa. La Tabla 1 recoge los resultados de ensayo.

Tabla 1

Muestra [g]	BNI-5 a base de Ni [N/mm <sup>2</sup> ]	A base de hierro [N/mm <sup>2</sup> ]
16	109	123
18	110	126
20	106	151

Los resultados de ensayo muestran que el relleno-latonado a base de Fe puede por un lado rellenar fisuras que son grandes (véase la Figura 1) y por otro, se puede obtener una resistencia muy buena al mismo tiempo, en comparación con los rellenos-latonados basados en Ni. Incluso en la cantidad de ensayo, se puede observar que el latonado con Fe tiene la mejor resistencia mecánica de los rellenos sometidos a ensayo. La Figura 1 muestra un corte transversal de un intercambiador de calor latonado a base de Fe. En el dibujo, se puede observar que las fisuras entre 0,4-0,6 mm se convierten en estancas.

Ejemplo 2

A continuación, se descubrió que el relleno-latonado a base de hierro no solo tiene la capacidad de rellenar las fisuras grandes, sino que también tiene una resistencia mecánica muy elevada en las fisuras grandes, lo que posibilita el latonado por ejemplo de intercambiadores de calor grandes o superficies planas de, por ejemplo, placas de reactores. Se llevaron a cabo los ensayos por medio de comparación de la cantidad de relleno de latonado con respecto a la resistencia a la tracción, y los resultados se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2

Muestra [g]	A base de hierro (invención) [N/mm <sup>2</sup> ]
25	162
55	227

Ejemplo 3

Se llevó a cabo una serie de ensayos modificando el ciclo de tratamiento térmico del proceso de latonado para obtener un relleno lo mejor posible. Se descubrió una diferencia significativa, incluso con un ciclo de tratamiento térmico muy corto (5 minutos), que consistió en que se logró un relleno bueno con el relleno a base de Fe. Se llevaron a cabo ensayos de latonado a 1100 °C, comparando la capacidad de rellenar fisuras entre el relleno a base de níquel (BNI-5) y un relleno a base de hierro que comprendía un 56 % en peso de Fe, un 17 % en peso de Cr, un 12 % en peso de Ni, un 12 % en peso de Si y un 1 % de B. La Tabla 3 recoge los resultados.

Tabla 3

Tiempo [minutos]	C Figura 2 BNI-5 [µm]	Relleno a base de hierro de la C Figura 2 [µm]
5	130	800-1200
15	180	800-1200
30	220	800-1200
150	300	800-1200

Los resultados muestran que BNI-5 requiere un tiempo de tratamiento térmico prolongado para latonar las juntas grandes, pero incluso tras tiempos de tratamiento térmico prolongados, BNI-5 no rellena las fisuras de manera tan buena como el relleno a base de hierro. El relleno a base de hierro se introdujo en las fisuras en un tiempo muy corto en comparación con BNI-5. Por tanto, los tiempos de latonado más prolongados para BNI-5 consumen más energía que los del relleno a base de hierro.

Ejemplo 4

Se llevaron a cabo ensayos de dureza en una junta con un hueco igualmente sellado entre dos placas de material de base (tipo 316). Se llevaron a cabo los ensayos a una distancia igual desde el material de base, en el centro de la junta. Se llevaron a cabo las mediciones de dureza HV1 de acuerdo con ASTM E92-82 (métodos de ensayo convencional para Dureza de Vickers de Materiales Metálicos) y EN ISO 6507-1 (Materiales metálicos - ensayo de Dureza de Vickers - Parte 1: método de ensayo (ISO 6507-1: 1997) y se llevó a cabo una comparación entre una junta de BNI-5 y una junta de material a base de Fe de un 56 % en peso de Fe, un 17 % en peso de Cr, un 12 % en peso de Ni, un 12 % en peso de Si y un 1 % en peso de B. La Tabla 4 recoge los resultados.

Tabla 4

Junta preparada con BNI-5	Junta preparada con material a base
---------------------------	-------------------------------------

[HV1]	de Fe [HV1]
490	260
600	210
520	280
480	270

5 Los resultados de ensayo de dureza muestran que la junta BNi-5 es más dura que la junta de material a base de Fe. De este modo, la junta de BNi-5 muestra menos ductilidad y por consiguiente menos resistencia que la junta de relleno a base de hierro de acuerdo con la invención, que se ilustra por medio de los valores de dureza bajos de la junta de relleno a base de hierro. De este modo, la junta BNi-5 es frágil en comparación con la junta de relleno a base de hierro.

Ejemplo 5

10 Se llevaron a cabo ensayos de dureza en una junta grade sellada con un relleno a base de Fe que comprendía un 56 % en peso de Fe, un 17 % en peso de Cr, un 12 % en peso de Ni, un 12 % en peso de Si y un 1 % en peso de B. Se llevaron a cabo los ensayos cuando la junta latonada tiene un hueco mayor de 1000 μm, y las posiciones en las cuales se llevaron a cabo los ensayos como en la Figura 3, pero la fotografía de la Figura 3 no es una fotografía de la junta del presente ejemplo. Los resultados son 349 HV1, 336 HV1, 210 HV1, 197 HV1, 250 HV1, 300 HV1 y 287 HV1, que proporcionan una dureza media de 275 HV1.

Ejemplo 6

20 En este ejemplo, se llevaron a cabo ensayos para producir un intercambiador de calor sin fugas, es decir, que estuviera completamente latonado sin juntas defectuosas. Se aplicó un relleno a base de hierro definido por el documento WO 02/38327 entre las placas prensadas. Para cada ensayo, se usaron 20 placas. Las placas tenían una dimensión aproximada de: anchura 400 mm, longitud 1000 mm y espesor 0,4 mm. Se colocaron las placas sobre un elemento de fijación, y se colocó un elemento de fijación con un peso sobre la parte superior de las placas. Se calentó el conjunto de placas en un horno de vacío. Se llevaron a cabo varios ensayos de latonado con conjuntos de placas de intercambiador de calor, y los ensayos se llevaron a cabo en diferentes ciclos de tratamiento térmico.

25 En todos los ensayos de los ciclos de tratamiento térmico, en primer lugar se calentó el conjunto de placas de intercambiador de calor a 500 °C durante 1 hora, posteriormente se elevó la temperatura hasta 1100 °C durante 4 horas para garantizar el calentamiento de todo el conjunto de placas.

30 Ensayo A: se calentó el horno desde 1100 °C hasta 1200 °C durante 5 minutos, y posteriormente se rebajó el calor hasta 1100 °C durante aproximadamente 30 minutos.

35 Ensayo B: se calentó el horno desde 1100 °C hasta 1200 °C durante 15 minutos, y posteriormente se rebajó el calor hasta 1100 °C durante aproximadamente 30 minutos.

Ensayo C: se calentó el horno desde 1100 °C hasta 1200 °C durante 30 minutos, y posteriormente se rebajó el calor hasta 1100 °C durante aproximadamente 30 minutos.

40 Ensayo D: se calentó el horno desde 1100 °C hasta 1200 °C durante 60 minutos, y posteriormente se rebajó el calor hasta 1100 °C durante aproximadamente 30 minutos.

45 Análisis: se cortaron los conjuntos de placas en secciones objeto de análisis si el relleno a base de hierro de la parte central del conjunto de placas se había fundido o no. Se investigaron ópticamente las partes sometidas a ensayo.

**Resultados:**

50 Ensayo A: no se fundió el relleno del centro.  
 Ensayo B: no se fundió el relleno del centro.  
 Ensayo C: se fundió parcialmente el relleno del centro (más sinterizado).  
 Ensayo D: se fundió el relleno del centro.



## REIVINDICACIONES

1. Un método para el latonado de un artículo que comprende partes de acero inoxidable, que comprende:

5 aplicar un material de relleno de latonado a base de hierro a las partes objeto de latonado y unir las partes, comprendiendo el material de relleno de latonado a base de hierro al menos un 40 % en peso de Fe, un 14-21 % en peso de Cr, un 5-21 % en peso de Ni, un 0-8 % en peso de Mn, un 0-2 % en peso de C y un 0-15 % en peso de Hf y bien un 6-15 % en peso de Si y un 0,2-1,5 % en peso de B o bien un 4-9 % en peso de Si y un 4-9 % en peso de P, **caracterizado por:**

10 precalentar las partes unidas en una atmósfera no oxidante, una atmósfera reductora, vacío o sus combinaciones, hasta al menos 400 °C y dejar las partes a la temperatura de al menos 400 °C durante al menos 15 minutos, elevar la temperatura hasta al menos 900 °C y dejar las partes a la temperatura de al menos 900 °C durante al menos una hora para igualar la temperatura de las partes de manera que la temperatura sea igual a través de las partes y el material de latonado, calentándose después las partes unidas hasta una temperatura de latonado de al menos 1100 °C durante al menos 30 minutos para latonar las partes y para que el material de latonado fluya al interior de juntas, poros, grietas, huecos o fisuras objeto de relleno o sellado; y

15 permitir que el material de latonado se deposite para formar, de este modo, áreas latonadas en el artículo latonado que tienen una dureza menor de 600 HV1.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el artículo latonado es una parte sub-unida que posteriormente se somete a latonado con una o más partes adicionales, se aplica el material de relleno de latonado a base de hierro a las partes objeto de latonado posterior, y tras unir las partes objeto de latonado se repiten las etapas de precalentamiento de las partes y posterior calentamiento de las partes hasta una temperatura de latonado de al menos 1100 °C durante al menos 30 minutos.

3. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que juntas, poros, grietas, huecos o fisuras mayores de 76 µm se rellenan o se sellan con el material de latonado que fluye al interior de juntas, poros, grietas, huecos o fisuras y se permite la deposición.

4. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material de latonado a base de hierro se obtiene por medio de atomización de gas, atomización de agua o machacado o lingotes, y se aplica el material de latonado a base de hierro a las partes de acero inoxidable en forma de una pasta en cordones o gotas.

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que se sellan o se rellenan juntas, poros, grietas, huecos o fisuras mayores de 300 µm con el material de latonado, y las áreas latonadas tienen una dureza media menor de 350 HV1 medida en la línea central o en un punto próximo a la línea central del área latonada de una fisura rellena mayor de 250 µm.

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que se sellan o se rellenan juntas, poros, grietas, huecos o fisuras mayores de 250 µm, o sus combinaciones, con el material de latonado, y las áreas latonadas tienen una dureza media menor de 350 HV1 medida en la línea central o en un punto próximo a la línea central del área latonada

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que se sellan o se rellenan juntas, poros, grietas, huecos o fisuras mayores de 350 µm, o sus combinaciones, con el material de latonado, y las áreas latonadas tienen una dureza media menor de 350 HV1 medida en la línea central o en un punto próximo a la línea central del área latonada de una fisura rellena mayor de 300µm.

8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las áreas latonadas del artículo latonado tienen una resistencia frente a la tracción de al menos 110 N/mm<sup>2</sup>.

9. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las partes unidas se calientan hasta al menos 1000 °C durante al menos 3 horas para igualar la temperatura en las partes unidas, y después se calientan hasta una temperatura de latonado de al menos 1150 °C de manera que el material de latonado fluya al interior de las juntas, los poros, las grietas, los huecos o las fisuras que se tienen que rellenar y sellar.

10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el artículo comprende placas latonadas de intercambiador de calor, placas latonadas de reactor o sus combinaciones, y el artículo tiene una presión de rotura de al menos 60 bar.

11. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 9 ó 10, en el que el artículo latonado es un conjunto de placas de

intercambiador de calor de placas, y las partes unidas son placas de acero inoxidable que tienen un área mayor de 0,20 m<sup>2</sup> y un área de orificios de al menos 0,003 m<sup>2</sup>, aplicándose un material de latonado a base de hierro a las placas del intercambiador de calor objeto de latonado de manera conjunta y uniéndose las placas para dar lugar a un conjunto, y calentándose el conjunto de placas unidas hasta la temperatura de latonado de al menos 1150 °C de manera que el material de latonado fluya al interior de las juntas, los poros, las grietas, los huecos o las fisuras que se tienen que rellenar o sellar.

5

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el intercambiador de calor tiene un conjunto de placas de más de 9 placas de intercambiador de calor latonadas de manera conjunta.

10

13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se aplica el material de latonado a base de hierro con ayuda de agentes de ruptura de fuerza capilar en forma de hendiduras, trayectorias, trazas, conductos, vías con forma de u o v, redes o sus combinaciones, sobre el acero inoxidable objeto de latonado.

15

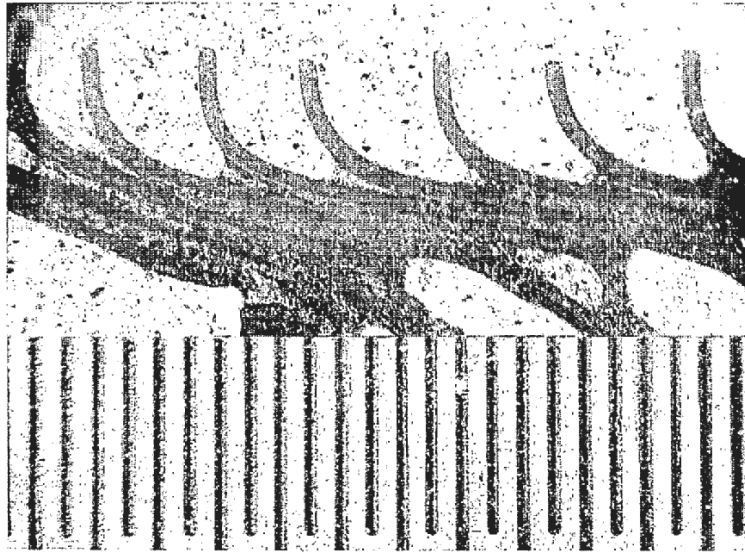


Figura 1

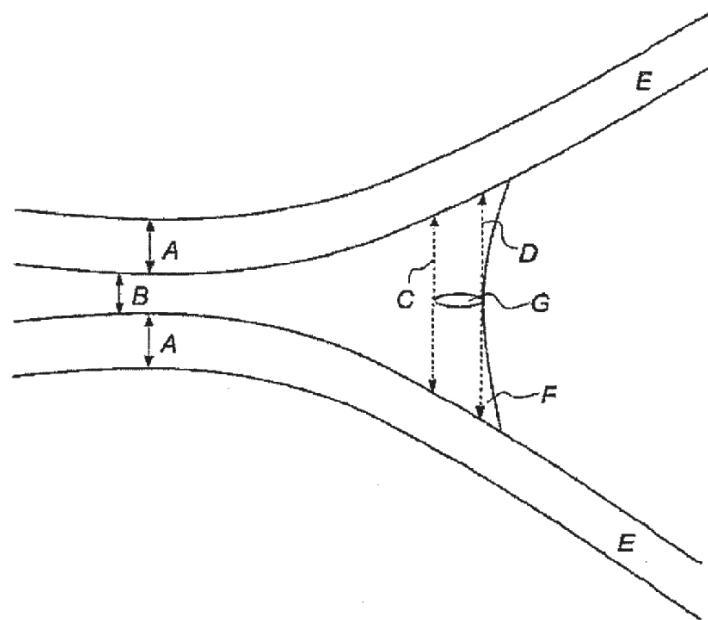


Figura 2

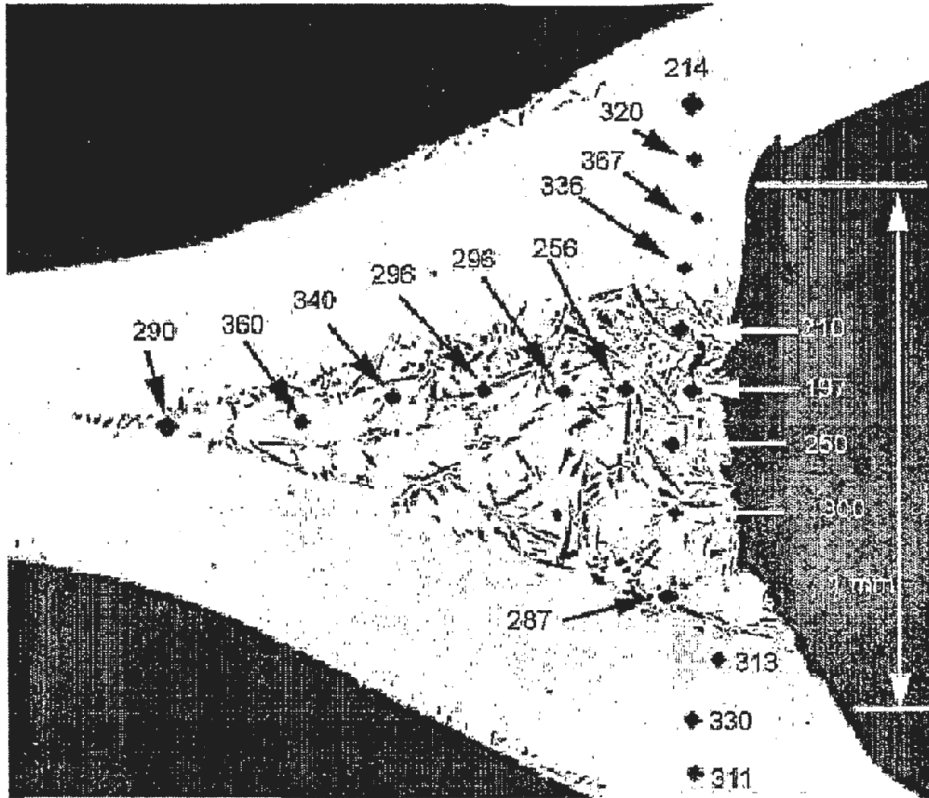


Figura 3