

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 558**

51 Int. Cl.:

B23K 35/30 (2006.01)

C21D 9/50 (2006.01)

C22F 1/10 (2006.01)

B23K 103/04 (2006.01)

B23K 101/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2009 E 09001379 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2085174**

54 Título: **Procedimiento para producir una conexión soldada en aceros aleados con níquel**

30 Prioridad:

01.02.2008 DE 102008007275

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

28.05.2013

73 Titular/es:

**EISENBAU KRAMER MBH (50.0%)
KARL-KRAMER-STRASSE 12
57223 KREUZTAL, DE y
BÖHLER SCHWEISSTECHNIK DEUTSCHLAND
GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BEISSEL, JOCHEM;
REICHEL, THILO y
ADAM, WERNER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 404 558 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 producir una conexión soldada en aceros aleados con níquel

El invento se refiere a un procedimiento para la producción de una unión por soldadura en aceros aleados con Ni, tenaces en frío, con materiales aditivos para soldadura.

- 5 Un procedimiento para la producción de una unión por soldadura en aceros aleados con Ni, tenaces en frío, se indica en el documento de solicitud de patente alemana DE 29 42 856 A1. En este caso, un metal de base contiene de 3,5 a 9,5 % en peso de níquel junto con otros contenidos de aleación y pasa a usarse un alambre de soldadura con 8 a 15 % en peso de níquel junto con otros componentes. La producción de la costura de soldadura se efectúa mediante un procedimiento de soldadura TIG (en gas inerte con electrodo de tungsteno).
- 10 En el documento DE 2 106 691 A se indica un acero ferrítico con níquel, que es apropiado en particular como material aditivo, por ejemplo en el caso de la soldadura MIG (por arco en gas inerte) de aceros con por ejemplo 9 % de níquel, que se emplean a muy bajas temperaturas. El acero ferrítico con níquel debe de ser apropiado como material aditivo para la soldadura de aceros tenaces en frío, pudiendo el acero ferrítico ser fundido en aire y
- 15 conteniendo de 7 a 13 % de níquel, a lo sumo 0,45 % de manganeso, a lo sumo 0,09 % de carbono, a lo sumo 0,15 % de silicio, a lo sumo 0,05 % de aluminio, hasta 0,1 % de titanio, hasta 0,1 % de niobio, a lo sumo 0,01 % de fósforo y a lo sumo 0,01 % de azufre, el resto, inclusive las impurezas condicionadas por la fusión, hierro, cuyo contenido de carbono, sin embargo, es por lo menos de 0,05 %, cuando el contenido de manganeso supera el valor de 0,3 %.
- 20 En el documento DE 1 808 014 A se describe un electrodo de soldadura, en particular destinado a la soldadura de un acero endurecible, estable frente a la corrosión.
- El documento DE 1 508 310 A muestra un electrodo de soldadura para la formación de un metal de soldadura con altas propiedades mecánicas y alta capacidad de resistencia a la corrosión y a la abrasión.
- En el documento DE 1 815 274 A se divulga un electrodo para la soldadura de aceros estables frente a la herrumbre.
- 25 Para la producción de uniones por soldadura mediando utilización de ciertos aditivos de soldadura se utilizan usualmente unos aditivos que son del mismo tipo o de un tipo similar en la composición química que la del material de base. Por el contrario, en casos excepcionales encuentran consideración también unos aditivos de soldadura de tipo ajeno, en su mayor parte sobrealeados (aleados en exceso). Una adaptación óptima en lo que se refiere a las propiedades relevantes del material, muchas veces no es posible o solo es limitadamente posible en el caso de
- 30 estas uniones por soldadura de tipos ajenos.
- Así, para materiales de base ferríticos aleados con Ni, tenaces en frío, destinados a la producción de uniones por soldadura se consideran por regla general usualmente unos aditivos a base de Ni, por regla general de tipo ajeno, que ciertamente cumplen los requisitos mínimos tecnológicos mecánicos de los materiales de base, cuyos
- 35 materiales de soldadura, sin embargo, en comparación con los materiales de base ferríticos tenaces en frío, en particular aleados con 9 a 12 % de Ni, presentan en parte considerables diferencias en los casos de las propiedades mecánicas, tales como el coeficiente de dilatación térmica, la conductibilidad del calor y el límite de estiramiento.
- El invento se basa en la misión de poner a disposición un procedimiento para la producción de una unión por soldadura en un material de base del mencionado grupo de materiales, con la que se puedan cumplir mejor los requisitos del material de base en la zona de la costura de soldadura en el caso de diferentes tecnologías de
- 40 procedimientos de soldadura.
- El problema planteado por esta misión se resuelve mediante las características de la reivindicación 1. En este caso está previsto que el aditivo de soldadura se diferencie en lo que se refiere al equivalente de cromo en a lo sumo $\pm 1\%$ y en lo que se refiere al equivalente de níquel en a lo sumo $\pm 2\%$, siendo restringido el material de soldadura además por los valores límites $0\% \leq$ equivalente de cromo $\leq 3\%$ y $2,5\% \leq$ equivalente de níquel $\leq 17,5\%$.
- 45 El procedimiento para la producción de una unión por soldadura en aceros tenaces en frío, en particular aleados con 9 a 12 % de Ni, con materiales aditivos de soldadura se realiza en este caso en particular de un modo tal que el aditivo de soldadura se diferencia en lo que se refiere al equivalente de cromo según la fórmula de cálculo $Cr + Mo + 1,5 Si + 0,5 Nb$ en a lo sumo $\pm 1\%$ y en lo que se refiere al equivalente de níquel según la fórmula de cálculo $Ni + 30(C + N) + 0,5 Mn$ en a lo sumo $\pm 2\%$ con respecto del que tiene el material de base, que se calculado tomando como base los valores reales de análisis. Tomando en consideración los contenidos de gases, se pueden adaptar
- 50 entre sí la aleación del material de base y/o la del aditivo de soldadura a través de un factor Z. Con la toma en

consideración de los contenidos de gases se puede establecer para el aditivo de soldadura y para el factor de adaptación como factor Z entre el material de base y el material aditivo de soldadura, la siguiente relación:
 Z del material de base – Z del material aditivo de soldadura < 0,5.

- 5 En extensas investigaciones se han resaltado las siguientes relaciones óptimas:
 Z del material de base = % de Ni - 30 x % de O₂ -10 x % de N₂ -10 x % de H₂,
 siendo asimismo
 Z del aditivo de soldadura = % de Ni - 30 x % de O₂ -10 x % de N₂ - 10 x % de H₂.

- 10 A partir de las investigaciones de los autores del invento ha resultado que con tal material aditivo de soldadura del mismo tipo en unión con los mencionados materiales de base, se establecen unas propiedades tecnológicas mecánicas comparables a como en el caso de materiales aditivos de soldadura sobrealeados, pero unas propiedades físicas mejor adaptadas al material de base, en particular en lo que se refiere a la dilatación térmica, a la conductibilidad del calor y especialmente al límite de estiramiento, en la zona de la unión por soldadura. De esta
 15 manera, se consigue p.ej. un mejorado comportamiento de dilatación, en especial en el caso de unos usos a muy bajas temperaturas, correspondiendo el comportamiento de dilatación en la zona del material de soldadura al del material de base.

- Unas ventajosas propiedades del procedimiento y del producto producido resultan además por el hecho de que en un material de base que se ha de soldar, constituido a base de la clase de materiales de los aceros ferríticos aleados con Ni, tenaces en frío, que satisface los contenidos de aleación Ni de 8,5 a 10 %, Si < 0,35 %, Mn < 0,8 %, (Cr + Mo + Cu) < 0,5 %, estando todos los datos en % en peso, - tales como por ejemplo el X8Ni9 y el X10Ni9 - con unos materiales aditivos para soldadura eventualmente con unas etapas de tratamiento previo y/o posterior, incorporándose mediante soldadura un material de soldadura y diferenciándose el aditivo de soldadura en lo que se refiere al equivalente de cromo según la fórmula de cálculo Cr + Mo + 1,5 Si + 0,5 Nb en a lo sumo ± 1 % y en lo que
 25 se refiere al equivalente de níquel según la fórmula de cálculo Ni + 30(C + N) + 0,5 Mn en a lo sumo ± 2 % del que tiene el material de base, que se calcula tomando como base los valores reales de análisis.

- Las ventajas llegan a ser importantes en particular también cuando la unión por soldadura se produce en aceros ferríticos aleados con níquel, tenaces en frío. Unas investigaciones más detalladas de los autores del invento han establecido que el material aditivo de soldadura del mismo tipo ofrece ventajas precisamente también cuando está
 30 previsto que como acero aleado que se ha de soldar se utilice un acero con 9 a 12 % de Ni.

- Aportan ventajas también las medidas técnicas de que, tomando en consideración los contenidos de gases, es válida la siguiente relación, formulada en un factor Z:
 Z del material de base – Z del aditivo de soldadura < 0,5, con Z del material de base = % de Ni - 30 x % de O₂ - 10 x % de N₂ - 10 x % de H₂, y asimismo Z del aditivo de soldadura = % de Ni - 30 x % de O₂ -10 x % de N₂ - 10 x % de H₂.
 35

- Otras ventajosas medidas técnicas consisten en que en el material de soldadura no se sobrepasan los límites superiores para los elementos H₂ < 20 ppm, N₂ < 220 ppm y O₂ < 320 ppm y en que además se limita la cantidad total de los componentes gaseosos antes mencionados de un modo correspondiente a la fórmula H₂ + N₂ + O₂ < 350 ppm. En particular, el procedimiento se ejecuta de manera tal que los valores límites de las proporciones individuales de gases en el material de soldadura se consiguen mediante una limitación equivalente del aditivo de soldadura, tomándose en consideración que la tecnología usada del procedimiento de soldadura y los materiales auxiliares de soldadura escogidos, en particular gases protectores de soldadura, y polvos no han de provocar ningún recargo adicional en los contenidos de gases más allá de los mencionados límites, de hidrógeno como máximo 20 ppm, nitrógeno como máximo 220 ppm y oxígeno como máximo 320 ppm.
 40

- Además, unas investigaciones de los autores del invento han dado como resultado que las posibles influencias negativas del material aditivo de igual tipo en el caso de la formación de la unión por soldadura en comparación con una sobrealeación con elementos de aleación, se supriman mediante el recurso de que, después del proceso de soldadura, la estructura, por lo menos en la costura de soldadura y en torno a ella, es sometida a un tratamiento térmico posterior adaptado deliberado, de tal manera que los valores límites de las proporciones individuales de gases en el material de soldadura se alcancen mediante una limitación equivalente del aditivo de soldadura, tomándose en consideración el hecho de que la tecnología usada del procedimiento de soldadura y los materiales auxiliares de soldadura escogidos, en particular gases protectores de soldadura, y polvos no han de provocar ningún recargo adicional en los contenidos de gases más allá de los mencionados límites, de hidrógeno como máximo 20 ppm, nitrógeno como máximo 220 ppm y oxígeno como máximo 320 ppm..
 45
 50

- En particular, también en el caso de unos usos a muy baja temperatura, se asegura una alta estabilidad de los aceros aleados también en la zona de la unión por soldadura mediante el recurso de que el tratamiento térmico posterior se ejecuta de tal manera que la zona de costura de soldadura y la zona de influencia del calor se adaptan a los mismos coeficientes de dilatación térmica que los del acero aleado que se ha de soldar.
 55

Otras ventajas resultan por el recurso de que el tratamiento térmico posterior se ejecuta de tal manera que la zona de costura de soldadura y la zona de influencia del calor se adaptan a la misma conductibilidad del calor que la del acero aleado que se ha de soldar.

5 En conexión con el tratamiento térmico posterior, en particular de acuerdo con las reivindicaciones 7 hasta 10, resultan también unas ventajas cualitativas también por el recurso de que las propiedades físicas de la unión por soldadura coinciden a causa de la igualdad de aleaciones entre el aditivo de soldadura y el material de base.

10 Ventajosamente, la producción comprende las medidas técnicas de que el material de partida es elaborado después de la laminación sin o con un tratamiento térmico posterior. Usualmente, las chapas se tratan térmicamente de un modo costoso después del proceso de laminación. Este tratamiento térmico puede suprimirse, puesto que se recupera en la pieza constructiva terminada (tubo). Es ventajoso en este caso el hecho de que se disminuyen los costos del material preliminar y el período de tiempo de suministro. Además, la chapa en este estado es más fácil de conformar y transformar, lo que simplifica el proceso de producción de los tubos.

15 El producto producido, en particular el tubo, adquiere también mejores propiedades por el recurso de que el tratamiento térmico posterior se ejecuta de tal manera que se reducen las tensiones propias en el cuerpo del tubo y en la costura de soldadura en comparación con el estado durante la producción del tubo.

Un ventajoso uso del procedimiento se establece al soldar tubos p.ej. a base de acero con 9 a 12 % de Ni o al soldar recipientes.

20 De acuerdo con el procedimiento conforme al invento, en el caso de la producción de la unión por soldadura en los mencionados materiales de base, por ejemplo de aceros con 9 % de Ni, por lo tanto no pasan a usarse, tal como es usual, unos aditivos de soldadura sobrealeados, sino unos materiales aditivos de soldadura de igual tipo o respectivamente de tipo similar. Esto tiene la ventaja de que mediante los materiales por lo menos ampliamente de iguales tipos resulta una unión que, en cuanto a la tecnología de los materiales, prácticamente no se diferencia de la del material de base. En el caso del uso de las piezas constructivas provistas de este modo con una unión por soldadura, resulta en la práctica la ventaja de que son iguales los coeficientes de dilatación entre el material de base y la costura de soldadura y de que en condiciones de funcionamiento, en particular también a muy bajas temperaturas, p.ej. en la región de muy bajas temperaturas en torno a -196°C o respectivamente en el caso de altas diferencias de temperatura, no se llega a la formación de tensiones, sobre todo tampoco en las zonas situadas en la unión por soldadura y en torno a ella. Conforme al invento un tratamiento térmico posterior adaptado deliberado, es decir específico para un material, se lleva a cabo por lo menos en la zona del sitio de la junta de unión, mediante lo cual se alcanzan las positivas propiedades del material de base, por ejemplo de un acero con 9 % de Ni, también en la costura de soldadura. Con la combinación descrita de la soldadura con materiales aditivos de igual tipo y de un subsiguiente tratamiento térmico deliberado, se pueden producir, en los casos de los mencionados materiales de base, unas uniones por soldadura de alto valor, que en otro caso se han conseguido solamente con unos aditivos de soldadura sobrealeados. Con la combinación descrita de un aditivo de soldadura de igual tipo y de un tratamiento térmico posterior deliberado se pueden producir unas uniones por soldadura de alto valor, como las que se pueden conseguir solamente en parte con unos aditivos de soldadura sobrealeados. A esto se agrega el hecho de que mediante el tratamiento térmico deliberado también se descomponen las tensiones propias en la zona de la costura y de esta manera, en el caso de unas temperaturas criogénicas, se hacen admisibles unas cargas más altas sobre la pieza constructiva.

40 El procedimiento es explicado con ayuda de unos Ejemplos de realización haciendo referencia al dibujo.

La Figura muestra un denominado diagrama de Schaeffler. Con ayuda de este diagrama se explica con mayor detalle en lo sucesivo el concepto de la igualdad del tipo del aditivo de soldadura o respectivamente del material de soldadura.

45 Por el concepto del aditivo de soldadura o respectivamente material de soldadura de igual tipo en relación con el material de base, se debe de entender en lo sucesivo que los equivalentes de cromo y de níquel del material aditivo de soldadura o del material de soldadura se diferencian de los del material de base según la fórmula de cálculo $\text{Cr} + \text{Mo} + 1,5 \text{ Si} + 0,5 \text{ Nb}$ en a lo sumo o menos que en cada caso $\pm 1,0 \%$ para el equivalente de cromo y según la fórmula de cálculo $\text{Ni} + 30 (\text{C} + \text{N}) + 0,5 \text{ Mn}$ en a lo sumo o menos que $\pm 2,0\%$ para el equivalente de níquel. En el diagrama esto se indica a título de ejemplo para un material de base X8Ni9. El rombo relleno designa en tal caso la situación del material de base de acuerdo con las fórmulas empíricas indicadas para los equivalentes de cromo y de níquel mediando utilización de un análisis previamente establecido de la composición del material de base, y el rectángulo caracteriza a la zona del material aditivo de soldadura o material de soldadura, designado aquí como de igual tipo, mediante uso de la regla de que ni el equivalente de cromo se diferencia en más de $\pm 1 \%$ ni el equivalente de cromo se diferencia en más de $\pm 2 \%$ de la situación del material de base.

ES 2 404 558 T3

Por lo demás, el procedimiento se ejecuta ventajosamente de tal manera que en el material de soldadura no se sobrepasen los límites superiores para los elementos $H_2 < 20$ ppm, $N_3 < 220$ ppm y $O_2 < 320$ ppm, estando limitada además la cantidad total de los componentes gaseosos antes mencionados de un modo correspondiente a la fórmula $H_2 + N_2 + O_2 < 350$ ppm.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de una unión por soldadura en un material de base tomado de la clase de materiales de los aceros aleados con Ni tenaces en frío con unos materiales aditivos de soldadura, siendo incorporado mediante soldadura un material de soldadura y siendo restringido el material de soldadura por los valores límites $0 \% \leq$ equivalente de cromo $\leq 3 \%$ y $2,5 \% \leq$ equivalente de níquel $\leq 17,5 \%$, realizándose además que
- el aditivo de soldadura se diferencia del material de base en lo que se refiere al equivalente de cromo según la fórmula de cálculo $Cr + Mo + 1,5 Si + 0,5 Nb$ en a lo sumo $\pm 1 \%$ y en lo que se refiere al equivalente de níquel según la fórmula de cálculo $Ni + 30(C + N) + 0,5 Mn$ en a lo sumo $\pm 2 \%$,
 - los contenidos de gases del material de soldadura y del material de base son adaptados entre sí según la fórmula : Z del material de base – Z del aditivo de soldadura $< 0,5$, con Z del material de base = $\%$ de Ni - $30 \times \%$ de O_2 - $10 \times \%$ de N_2 - $10 \times \%$ de H_2 y Z del aditivo de soldadura = $\%$ de Ni - $30 \times \%$ de O_2 - $10 \times \%$ de N_2 - $10 \times \%$ de H_2 ,
 - la costura de soldadura es sometida a un tratamiento térmico posterior de tal manera que no se provoque ningún recargo en los contenidos de gases del material de soldadura de H_2 como máximo 20 ppm, N_2 como máximo 220 ppm y O_2 como máximo 320 ppm.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en particular procedimiento para la producción de una unión por soldadura en un material de base que se ha de soldar, tomado de la clase de materiales de los aceros ferríticos aleados con Ni, tenaces en frío, que satisfacen los contenidos de aleación Ni de 8,5 a 10 %, Si $< 0,35 \%$, Mn $< 0,8 \%$, $(Cr + Mo + Cu) < 0,5 \%$, estando todos los datos en % en peso – tales como por ejemplo el X8Ni9, el X7Ni9 y el X10Ni9 - con unos materiales aditivos de soldadura, eventualmente con unas etapas de tratamiento previo y/o posterior, siendo incorporado mediante soldadura un material de soldadura.
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la unión por soldadura se produce en aceros ferríticos aleados con Ni, tenaces en frío, en particular en aceros aleados con 9 a 12 % de níquel.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque en el material de soldadura no se sobrepasan los límites superiores para los elementos $H_2 < 20$ ppm, $N_2 < 220$ ppm y $O_2 < 320$ ppm y porque además la cantidad total de los componentes gaseosos antes mencionados es limitada de un modo correspondiente a la fórmula $H_2 + N_2 + O_2 < 350$ ppm.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque los valores límites de las proporciones de gases individuales en el material de soldadura se consiguen mediante una limitación equivalente del aditivo de soldadura, tomándose en consideración el hecho de que la tecnología usada del procedimiento de soldadura y los materiales auxiliares de soldadura escogidos, en particular gases protectores de soldadura, y polvos, no han de provocar ningún recargo adicional en los contenidos de gases más allá de los límites mencionados, de hidrógeno como máximo 20 ppm, nitrógeno como máximo 220 ppm y oxígeno como máximo 320 ppm.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones, caracterizado porque después del proceso de soldadura, la estructura es sometida a un tratamiento térmico posterior, adaptado a la aleación del material de base y a la del material de soldadura, por normalización a unas temperaturas de 750 a 850°C con un subsiguiente temple con agua o aire y un recocido a unas temperaturas de 550 a 650°C y porque en la zona de la unión por soldadura se ajustan las propiedades tecnológicas mecánicas de la estructura, tales como la resistencia mecánica, el límite de estiramiento, la relación de límites de estiramiento y la tenacidad del material de base.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque, el tratamiento térmico posterior se ejecuta de tal manera que la zona de la costura de soldadura y la zona de influencia del calor se adaptan a los mismos coeficientes de dilatación térmica que los del acero aleado que se ha de soldar.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque, el tratamiento térmico posterior se ejecuta de tal manera que la zona de la costura de soldadura y la zona de influencia del calor se adaptan a la misma conductibilidad del calor que la del acero aleado que se ha de soldar.

- 5
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 hasta 8, caracterizado porque el tratamiento térmico posterior se ejecuta de tal manera que se reducen las tensiones propias en el cuerpo del tubo y en la costura de soldadura en comparación con el estado durante la producción del tubo.
 10. Uso del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes en el caso de la soldadura de tubos.
 11. Uso del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 9 en el caso de la soldadura de recipientes.

