



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 579**

51 Int. Cl.:
B23K 15/00 (2006.01)
B23K 15/02 (2006.01)
B23K 15/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09010634 .5**
96 Fecha de presentación : **19.08.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2191926**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.06.2010**

54 Título: **Procedimiento para la soldadura de componentes por medio de un haz de electrones.**

30 Prioridad: **27.11.2008 DE 10 2008 059 419**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.06.2011

73 Titular/es: **DB NETZ AG.**
Theodor-Heuss-Allee 7
60468 Frankfurt am Main, DE

72 Inventor/es: **Martin, Andreas**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 360 579 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 la soldadura de componentes por medio de un haz de electrones.

La invención se refiere a un procedimiento para la soldadura de componentes por medio de un haz de electrones de acuerdo con el concepto general de la reivindicación 1 (ver, por ejemplo, el documento GB 1.388.202 A).

5 La tecnología de haz de electrones se ha establecido en muchas áreas industriales como posibilidad adicional para aportar energía en procesos de soldadura por fusión. Desde hace algún tiempo también se trata de fabricar las piezas centrales de los desviadores para las vías de tránsito sobre rieles mediante la soldadura de dos rieles de perfil regulado como alternativa del uso de piezas de soldadura. Para esta tarea resulta adecuado proceder con la soldadura mediante haz de electrones debido a que a la tecnología le es inherente el efecto de soldadura profunda. El especialista entiende por este efecto la propagación de los capilares de vapor que se forman en el lugar de impacto del haz de electrones sobre la junta de tope a unir, continuando a lo largo de la junta de tope hacia el interior del material. De esa manera se pueden obtener costuras delgadas de soldadura de más de 10 cm de profundidad. Ello es ventajoso teniendo en cuenta los componentes de grandes dimensiones de los perfiles de vías a ser soldados para conformar la pieza central de los desviadores. El especialista ya tiene conocimiento de un ejemplo de ello de la Patente Estadounidense US 5.704.570.

10 15 Dado que las piezas centrales de los desviadores en vías de tránsito sobre rieles están sometidas a solicitaciones especialmente dinámicas y por lo tanto sufren un fuerte desgaste, el objetivo radica en fabricar las piezas centrales de los desviadores de aceros especialmente resistentes al desgaste, en especial de aceros bainíticos, a efectos de reducir el dispendio inducido por el desgaste (procesamiento frecuente, recambio prematuro).

20 Pero en la práctica resultó que al soldar perfiles de vías de acero bainítico, en especial en el área de los cabezales de vías, se forman rechupes en la costura de soldadura. No se pudo evitar de manera confiable esta formación de rechupes mediante una variación de la intensidad de la corriente del haz.

25 Del documento US 6.639.173 B1, se conoce la separación del haz de electrones mediante un dispositivo divisor en dos haces parciales, donde el haz parcial que antecede cumple la función de producir la costura de soldadura y el haz parcial posterior la del tratamiento térmico de la soldadura, por lo que se desea evitar la formación de fisuras por tensión. Pero este enfoque solamente constituye un tratamiento térmico posterior en forma de revenido a baja tensión a una temperatura de 550°C de la soldadura generada por el primer haz parcial. Pero con ello no es posible procesar las fallas estructurales (por ejemplo, rechupes) que puedan eventualmente resultar por la acción del haz de soldadura.

30 En el documento GB 1.388.202 A, se revela un incremento del baño de soldadura por medio de péndulos de haz de electrones, por lo que se reduce la velocidad de enfriamiento en el área posterior del baño de soldadura en fusión y se procura mejorar la composición de la costura de soldadura. Aunque una menor velocidad de enfriamiento con la mejoría que conlleva respecto de la composición, tampoco son adecuados para reducir las fallas en forma de rechupes.

35 También en el documento DE 101 57 403 A1, se revela al especialista la aplicación del haz pendular para la soldadura por haz de electrones sin fisuras de materiales difíciles de soldar. Mediante la oscilación del haz de electrones en sentido longitudinal de la costura de soldadura ("haz en forma pendular") se generan en la costura un primer baño de fusión adelantado en el sentido de soldadura, como también un segundo baño de fusión anterior en la dirección de la soldadura. El primer baño de fusión ("baño de fusión de precalentamiento") aumenta el nivel de temperatura del material a unir de ambos lados de la junta de tope y en el entorno espacial de la zona de soldadura al punto tal que ni en la solidificación de la fundición del segundo baño de soldadura ("baño principal de soldadura"), ni tampoco durante el posterior enfriado, se producen gradientes de temperatura demasiado elevados respecto del material adyacente, en la costura de la soldadura como tampoco en la zona de influencia de calor. De ese modo se reducen las tensiones de transformación y/o enfriado en la zona de influencia de calor del baño principal de soldadura, evitándose asimismo la formación de fisuras. El baño de fusión de precalentamiento es de medidas menores que el baño principal de soldadura y, en especial, presenta una menor profundidad de la zona de influencia de calor. Aunque, de acuerdo con el concepto general del documento DE 101 57 403 A1, no se previó una soldadura completa de las dos superficies a unir. En la base de la costura de soldadura en ambas partes unidas resta un área de material que recibe influencia de calor pero no es fusionado. Esto evita un desborde del material fundido líquido inducido por la fuerza de gravedad.

40 45 Para los casos de aplicación, en los cuales es necesario una soldadura completa de ambas superficies a unir -como por ejemplo en la soldadura antes indicada de piezas centrales de desviadores a partir de rieles de perfiles regulares- se debería emplear este estado conocido de la técnica, pero también la necesidad de asegurar la efectividad del baño de soldadura. Pero la ejecución de un aseguramiento tal del baño de soldadura insume mucho tiempo y es de alto costo.

50 En el documento DD 131 906 A1, en lugar del haz pendular se propone una desviación abrupta del haz en secuencia periódica entre al menos dos puntos de acción. Aunque el especialista debe en ese caso lograr la misma profundidad de penetración del haz en los distintos puntos de acción.

55 La invención por lo tanto se basa en el objetivo de poner a disposición un procedimiento para la soldadura de componentes por medio de un haz de electrones, que por medio de una desviación del haz con alta frecuencia entre un primer baño de fusión adelantado en el sentido de la soldadura, y un segundo baño de fusión subsiguiente en el sentido

de la soldadura, que permite una soldadura completa y sin fallas de ambos componentes sin seguro del baño de soldadura, en costuras horizontales y verticales.

Un procedimiento conforme a la invención se definió en la reivindicación 1.

5 De esta manera, se logra que los dos baños de fusión puedan ser fundidos por el mismo haz de electrones sin interacción entre sí. Debido a la elevada frecuencia al cambiar entre las dos ubicaciones del haz de electrones, cada uno de los dos baños de fusión que se forman, sólo se encuentran sin suministro de energía durante un período tan breve mientras el haz de electrones se encuentra en el área del otro baño de fusión en cada caso, que no se produce el colapso de los capilares de vapor formados respectivamente en el área de acción del haz de electrones. El primer baño de fusión garantiza así la soldadura completa de los componentes a unir. En relación con ello, se prescinde intencionalmente de proveer un seguro del baño de fusión en el área espacial del primer baño de fusión, aceptando, por lo tanto, la posibilidad de un escurrimiento del material fundido en el área de la base soldada. Mediante la aplicación del procedimiento conforme la invención, con esta pérdida de material que se acepta intencionalmente, se reparan las fallas producidas en el área del primer baño de soldadura, en especial los rechupes, con un segundo baño de fusión subsiguiente, donde en el baño de fusión posterior sólo se produce la fundición hasta una profundidad definida de aprox. 60% - 70% respecto de la profundidad total de los componentes a soldar. La capa de material restante no fundida por lo tanto cumple la función de seguro de baño de soldadura para el segundo baño de fusión.

20 En numerosas series de ensayos se ha determinado que las fallas o bien la formación de rechupes en el área del primer baño de fusión siempre se produce a una profundidad menor que esta capa de material. Ello significa que el tercio inferior nunca presenta fallas de soldadura y conforme la idea de la presente invención, eventualmente recibe la influencia de calor del segundo baño de fusión, pero no fundido por este y por lo tanto puede preverse como seguro de baño de soldadura para el segundo baño de fusión. Al aplicar la soldadura con el movimiento pendular de por sí conocido se puede, por lo tanto, aceptar la formación de fallas en el primer baño de fusión adelantado y, en consecuencia, también prescindir de la previsión o bien la colocación de un seguro de baño de soldadura.

25 El procedimiento según la invención también prevé que la desviación pendular del haz se realice con una amplitud de movimiento pendular de 5 a 10 mm en dirección a la costura de soldadura.

30 De esta manera la distancia a considerar en la dirección de la soldadura entre los dos baños de fusión (= amplitud del movimiento pendular) se determinó de manera tal que el material fundido en el área de acción de la ubicación del primer haz de electrones se solidifique de manera confiable en relación con la velocidad de avance o bien de soldadura, como también de los parámetros de procesamiento temperatura de precalentamiento y ambiental, antes de ingresar en la zona de influencia de calor de la ubicación del segundo haz de electrones.

La idea inventiva se explica en el siguiente ejemplo de realización. Se muestra:

Figura 1 corte a través del plano de soldadura (a lo largo de la ranura a unir)

Figura 2 vista superior sobre el área de los dos baños de fusión durante el proceso de soldadura

Figura 3 vista superior sobre el área de los dos baños de fusión durante el proceso de soldadura

35 En los componentes (A, B) a unir se trata de perfiles de riel del material 1.8523, cuya composición química es similar al material 35CrMo11-3. Ampos perfiles de riel fueron sometidos a un tratamiento mecánico previo apto para la fabricación de superficies planas de unión. En un primer paso de procedimiento, los dos componentes son precalentados a 550 °C para que el proceso de unión pueda realizarse con una temperatura de 420 °C – 450 °C para la soldadura. Sólo en estas condiciones y durante el enfriamiento al aire, se puede conformar con este material una composición bainítica en la costura de soldadura y en la zona de influencia de calor adyacente a la misma.

40 En la Figura 1 se muestra un corte a través del plano de soldadura, es decir, la ranura a unir (3) entre los componentes (A, B) a ser unidos. La desviación del haz de electrones prácticamente sin inercia entre dos ubicaciones puede ser dirigida de manera tal –como ya se conoce en el estado de la técnica bajo la denominación “pendulación de haz”- que el haz de electrones puede producir baños de fusión mediante el aporte de energía en dos puntos a lo largo de la ranura a unir (3) distanciados entre sí por una medida de longitud (a). Sobre la base de una dirección de soldadura (b), estos dos baños de fusión por lo tanto pueden clasificarse en un primer baño de fusión (1) que antecede y un segundo baño de fusión (2) subsiguiente. La Figura 2 los muestra en una vista superior.

45 De la Figura 3, puede verse que conforme la invención los tiempos de permanencia del haz de electrones en el área del baño de fusión (t_1) así como en el área del baño de fusión (t_2) subsiguiente se encuentran en una relación de aproximadamente 3:2 entre sí. El mando de la desviación del haz de electrones de acuerdo con la invención completa un recorrido rectangular. Además el tiempo de permanencia en el área del baño de fusión (t_1) que antecede se determinó de manera tal en relación con el espesor de los componentes a unir, que esté garantizada una soldadura completa de las dos superficies a unir, en combinación con la primera fundición que antecede. En el área de la base de la costura de soldadura (6) se produce un escurrimiento del material fundido, de lo que resulta una conformación de rechupes al solidificarse. En numerosos ensayos se comprobó que para la desviación pendulante del haz resulta eficaz

una frecuencia de 5000 Hz y una amplitud de 7 mm del movimiento pendular en la dirección de la costura.

- 5 Por medio del procedimiento según la invención, el haz de electrones es guiado de manera tal que las zonas de fundición que se forman en su segunda ubicación de desvío, no ingrese en la zona de material sin rechupes (5) de las superficies a unir o bien de los componentes a unir. La profundidad de penetración (c) del haz de electrones por lo tanto está limitada a aproximadamente 60% - 70% de la profundidad total de los componentes a ser unidos por soldadura. De esa manera se genera un efecto de contención que evita en el área del segundo baño de fusión –de manera similar a un seguro de baño de soldadura- un nuevo escurrimiento del material en el área de la base de la costura. El rechupe formado después del enfriamiento en el área del primer baño de fusión, se corrige durante la nueva fundición de las áreas de los componentes que presentan una tendencia a formar rechupes.
- 10 La distancia de las dos posiciones extremas del haz de electrones (a) se determinó de manera tal que el material fundido en el área del primer baño de fusión se solidifique completamente antes de ingresar en la zona de influencia de calor del segundo baño de fusión subsiguiente.

LISTA DE REFERENCIAS

- | | | |
|----|----------------|---|
| | 1 | primer baño de fusión |
| 15 | 2 | segundo baño de fusión |
| | 3 | ranura a unir |
| | 4 | rechupe |
| | 5 | zona de material sin rechupes |
| | 6 | costura de soldadura |
| 20 | a | amplitud del movimiento pendular en la dirección de la costura |
| | b | dirección de la soldadura |
| | c | profundidad de los capilares de vapor del segundo baño de fusión |
| | t ₁ | tiempo de permanencia del haz de electrones en el área del primer baño de fusión |
| | t ₂ | tiempo de permanencia del haz de electrones en el área del segundo baño de fusión |
| 25 | A, B | componentes a unir |

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la soldadura de componentes (A, B) por medio de un haz de electrones, el que mediante una desviación con alta frecuencia del haz pendula entre un primer baño de fusión (1) que antecede en dirección de la soldadura y un segundo baño de fusión (2) subsiguiente en dirección de la soldadura,
5 caracterizado porque
la desviación pendulante del haz se realiza con una frecuencia de 4500 a 5500 Hz, mientras que el mando de la desviación del haz de electrones completa un recorrido rectangular, los tiempos de permanencia del haz de electrones en el área del baño de fusión (1) que antecede así como en el área del baño de fusión (2) subsiguiente mantienen entre sí una relación de aproximadamente 3:2, como también las superficies de unión de los componentes (A, B) en una primera zona de influencia de calor del baño de fusión que antecede son fundidas completamente y en una segunda zona de influencia de calor del baño de fusión subsiguiente son fundidas hasta una profundidad (c) de aproximadamente 60% - 70% respecto de la profundidad total de los componentes a soldar.
10
2. Procedimiento para la soldadura de componentes por medio de un haz de electrones de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la desviación pendulante del haz se produce con una amplitud (a) del movimiento pendular de 5 a 10 mm en la dirección de la costura de soldadura.
15

Fig. 1

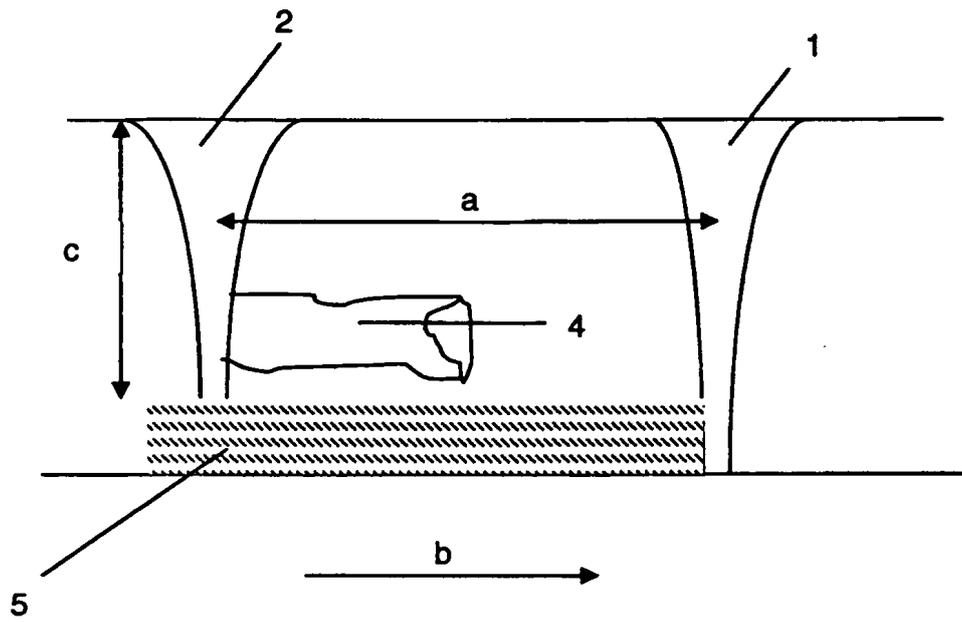


Fig. 2

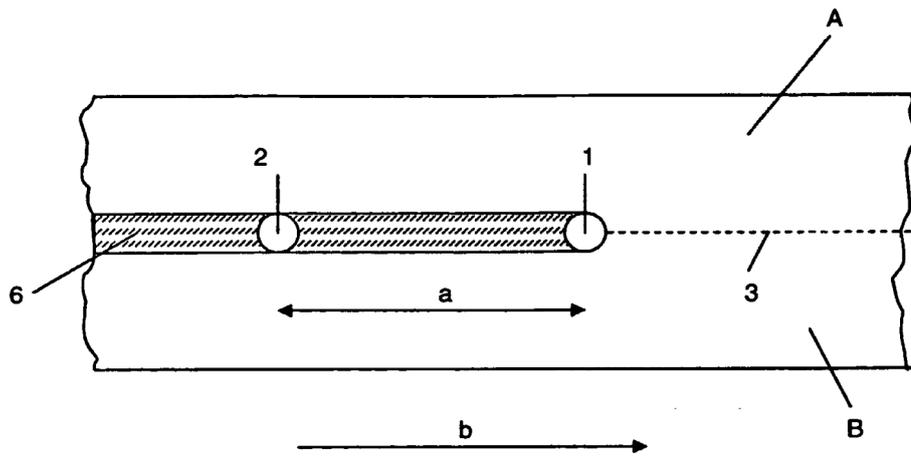


Fig. 3

