

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 978**

51 Int. Cl.:

**B22F 1/02** (2006.01)

**B23K 35/02** (2006.01)

**B23K 35/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2009 PCT/FR2009/052190**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.05.2010 WO10058116**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2009 E 09768197 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2346632**

54 Título: **Producto de soldadura que comprende una mezcla de flujo de soldadura y metal de aporte y procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

**19.11.2008 FR 0857863**

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

**04.01.2017**

73 Titular/es:

**SELECTARC WELDING (100.0%)  
12 rue Juvénal Viellard  
90600 Grandvillars, FR**

72 Inventor/es:

**SCHMITT, PHILIPPE y  
BOSI, BORIS**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 595 978 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**

Producto de soldadura que comprende una mezcla de flujo de soldadura y metal de aporte y procedimiento de fabricación.

5 La presente invención se refiere a un nuevo producto de soldadura y un nuevo procedimiento de fabricación de dicho producto de soldadura que comprende la mezcla de por lo menos un metal de aporte y de flujo de soldadura.

10 La soldadura es el ensamblaje de dos materiales con la ayuda de un metal, en general en forma de aleación, denominado metal de aporte, que tiene una temperatura de fusión inferior a la de los metales que se van a ensamblar y que humedece, por capilaridad, las superficies que se van a ensamblar que no participan mediante su fusión en la constitución de la junta soldada. Es un ensamblaje denominado heterogéneo.

15 El calentamiento de la zona a soldar puede llevarse a cabo mediante un soldador, aire caliente, una llama (con la ayuda de un soplete), un arco eléctrico, un inductor o un láser. La soldadura puede llevarse a cabo también en un horno de aire, bajo atmósfera controlada o bajo vacío.

20 Muy frecuentemente, un material destinado a favorecer la penetración de materia de fusión de metal de aporte denominado flujo de soldadura se utiliza en combinación con el metal de aporte. El flujo de soldadura, bajo el efecto de un calentamiento (llama, inducción, etc.) decapará en primer lugar las piezas que se van a ensamblar, después permitirá la humectación del metal de aporte. La humectación es la capacidad del metal para "fluir" a lo largo de las piezas que se van a ensamblar. El flujo fundido protege después la soldadura durante su enfriamiento.

25 El flujo de soldadura es, por lo tanto, una mezcla de productos químicos que permiten asegurar una buena humectación de la aleación de aporte sobre las piezas que se van a ensamblar:

- eliminando los óxidos presentes en la superficie de las piezas que se van a ensamblar, y
- protegiendo las piezas que se van a ensamblar de la oxidación durante todo la duración de la operación de soldadura, y
- disminuyendo la tensión superficial de la aleación de aporte.

35 Se trata de un agente reductor diseñado para ayudar a quitar las impurezas y permitir la humectación del metal de aporte por destrucción de la capa de óxido en la superficie de los metales que se van a ensamblar.

40 Para cada tipo de metal de aporte, se selecciona un tipo de flujo de soldadura y una cantidad relativa de flujo de soldadura apropiados, entendiéndose que el flujo de soldadura debe ser seleccionado, entre otros, con el fin de presentar una temperatura de fusión inferior en algunos grados a la del metal de aporte. Así, cuando se calienta el conjunto de las piezas a soldar y de la pareja metal de aporte/flujo de soldadura, el flujo de soldadura funde, en primer lugar, para cumplir su función técnica antes de la fusión del metal de aporte.

A título de ejemplo, se pueden utilizar los flujos de soldadura siguientes:

- 45 - para un metal de aporte constituido principalmente por cobre o plata, un flujo a base de una mezcla de ácido bórico y fluoruro de potasio;
- para un metal de aporte constituido principalmente por aluminio, un flujo a base de criolita potásica; y
- 50 - para un metal de aporte constituido principalmente por zinc, un flujo a base de criolita césica.

El metal de aporte está generalmente mezclado con o formulado con un flujo de soldadura.

55 El flujo de soldadura y el metal de aporte se presentan frecuentemente al usuario en forma de dos constituyentes distintos, por un lado en polvo o pasta de flujo, y por otro lado un hilo hueco o una banda o varilla de metal de aporte, que comprende un alma en uno de los constituyentes que está recubierto del otro constituyente.

60 Se conoce en particular un producto de soldadura en el que el metal de aporte se presenta en forma de banda o fleje plegado sobre sí mismo y que contiene el flujo de soldadura. Sin embargo, la estanqueidad no es buena y durante la conformación del fleje, en particular en forma de anillos o de varillas, éste puede abrirse, lo que conlleva una pérdida de flujo. Por otro lado, la relación másica fundente de soldadura/metal no es perfectamente homogénea en la sección del alambre forrado o varilla obtenida.

65 Se conoce también un producto de soldadura en forma de tubo metálico de metal de aporte, obtenido por extrusión, lleno de polvo de flujo de soldadura. Este tipo de producto de soldadura es más estanco y permite obtener una relación en porcentaje másico de flujo de soldadura/metal controlado y homogéneo, lo que permite depositar justo la

cantidad necesaria de flujo de soldadura y de metal. Finalmente, esta presentación en forma de tubo lleno de flujo permite presentar el alambre en diferentes formas, en particular en forma de anillo para facilitar la soldadura de piezas de sección circular. Estos alambres presentan, en general, un diámetro externo de 0,8 a 5 mm y un diámetro interno del agujero central de 0,3 a 2 mm. Estos alambres pueden ser presentados en longitudes unitarias hasta 2 m o enrollados en bobinas de 10 a 15 kg o en forma de anillos con dimensiones (diámetro del alambre y diámetro del anillo) que permiten depositar la cantidad de metal deseada.

La cantidad relativa de flujo de soldadura depende, entre otros, de la naturaleza de los materiales que se van a ensamblar y de su capacidad para oxidarse. Para una aleación de aporte de tipo aluminio (Al), la proporción másica de flujo es del orden del 10 al 20%. Para una aleación de aporte de tipo zinc, cobre-zinc-plata, la proporción másica de flujo es del orden del 3 al 12%. La cantidad relativa de flujo de soldadura depende también de la forma del producto de soldadura, a saber fleje, tubo forrado o varilla recubierta.

En la práctica, en un alambre tubular forrado lleno de flujo de soldadura, la proporción másica de flujo de soldadura suficiente es, en general, del 5 al 20% del peso total del alambre + flujo.

Sin embargo, el procedimiento de fabricación de estos alambres tubulares forrados es largo y costoso. Además, no es posible utilizarlo para ciertos flujos de soldadura. En efecto, el tubo de metal de aporte debe estar lleno de flujo de soldadura mediante un procedimiento conocido de llenado por vibración, en el que el polvo de soldadura, inicialmente de granulometría de 1 a 10  $\mu\text{m}$ , está granulado en forma de granos de 50 a 100  $\mu\text{m}$  para evitar que el polvo de flujo se agregue en bloque y llegue a obstruir el tubo, impidiendo su buen relleno. Para hacer esto, es necesario fabricar unos tubos de mayor diámetro externo y mayor diámetro interno para conseguir llenarlos de flujo por vibración, antes de trefilar los tubos en forma de alambres huecos de menor diámetro externo y menor diámetro interno.

Por otro lado, para algunos flujos, como los flujos a base de criolita potásica, los granos de flujo se disgregan durante la vibración que sufren durante el llenado del tubo.

Además, los productos de soldadura anteriores constituidos por alambre o varilla de metal de aporte lleno de flujo de soldadura presentan una cierta heterogeneidad debido a la yuxtaposición de 2 constituyentes que pueden desembocar en defectos de soldadura. Una falta de flujo genera una mala moldeabilidad del metal y unos agujeros en la soldadura. Un exceso de flujo requiere una limpieza más significativa de la soldadura.

Para remediar la heterogeneidad anterior, existen unas pastas soldadas formadas de una mezcla preparada de polvo de metal de aporte y de flujo en proporciones deseadas, cuyos granos están unidos entre sí mediante un aglutinante. Sin embargo, la presencia del aglutinante en la pasta soldada necesita una aportación térmica incrementada, es decir que es necesario gastar más energía y más tiempo. Además, la pasta necesita una herramienta de aplicación tal como una jeringa o una pipeta.

Para remediar estos inconvenientes y lagunas, en el documento FR 2 855 085, la solicitante ha descrito un nuevo tipo de producto de soldadura constituido a partir de un bloque de material de soldadura obtenido mezclando directamente el polvo de flujo de soldadura de granulometría de 1 a 10  $\mu\text{m}$ , y polvo de metal de aporte de granulometría de 50 a 350  $\mu\text{m}$ , siendo la mezcla después compactada a una presión de 1000 a 1500 bares a una temperatura superior a 300°C, pero inferior a la temperatura de fusión del flujo de soldadura. Se obtiene por lo tanto un bloque relativamente homogéneo que puede ser después transformado mecánicamente para ser conformado, mediante cualquier técnica conocida, en alambre, banda o varilla, entre otros.

Sin embargo, este procedimiento del documento FR 2 855 085 no es totalmente satisfactorio, ya que se observa que, a pesar de utilizar una cantidad importante de flujo, en particular una proporción de flujo superior al 25% en peso con respecto al peso total de la mezcla, el metal de aporte no está suficientemente protegido de la oxidación por el flujo de soldadura. Esta oxidación se presenta en forma de una capa superficial de óxido (en particular de alúmina para las aleaciones a base de aluminio), lo que necesita un aumento en proporción del flujo de soldadura. Pero, tal proporción másica de flujo superior al 25%, disminuye la resistencia mecánica del material de mezcla, el cual se vuelve entonces incompatible con una transformación mecánica del producto de soldadura en forma de alambre de pequeño diámetro y gran longitud, ya sea en longitud unitaria o en bobina.

En el documento WO 01/05552, se describe un producto de soldadura constituido por polvo de metal de aporte y flujo de soldadura directamente compactados y moldeados en seco en forma de anillos. El tamaño de las partículas de metal no está indicado.

En el documento EP-588 545, se describen también unos productos de soldadura obtenidos por compactado de polvo de metal de aporte y de flujo de soldadura. Y se precisa que, a fin de obtener una mezcla uniforme y una estructura interna suficientemente densa, el tamaño de las partículas no debe exceder de 44  $\mu\text{m}$  para las partículas de metal y de 30  $\mu\text{m}$  para los granos del flujo de soldadura. En el documento EP-588 545 se describe únicamente un producto de soldadura en forma de bandas planas obtenido por moldeado.

Los productos de soldadura obtenidos mediante los procedimientos descritos en los documentos EP-588 545 y WO 01/05552 no permiten obtener unos productos de soldadura que presentan al mismo tiempo unas propiedades de resistencia mecánica suficientes para poder ser transformados en alambres de pequeño diámetro y de gran longitud por prensado, por un lado, y, por otro lado, unas propiedades de resistencia a la oxidación.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un nuevo tipo de producto de soldadura constituido por una mezcla de metal de aporte y flujo de soldadura, pero que sea, por un lado, suficientemente resistente mecánicamente para poder ser transformado en alambre de pequeño diámetro y gran longitud y, por otro lado, cuyo metal de aporte no se oxide.

Para ello, la presente invención proporciona un procedimiento de fabricación de un producto de soldadura a partir de un polvo de flujo de soldadura y de un metal de aporte, caracterizado por que se realizan las etapas siguientes, en las que:

- a) se preparan unas partículas de metal de aporte, preferentemente de una aleación de aporte, con un tamaño de 500  $\mu\text{m}$  a 5 mm, preferentemente de 2 a 4 mm, y
- b) se mezcla dicho polvo de flujo de soldadura de granulometría inferior a 100  $\mu\text{m}$ , con agua hasta obtener una pasta de baja viscosidad apta para fluir plásticamente, preferentemente una pasta líquida, y
- c) se vierte, preferentemente de manera progresiva y a bajo caudal, más preferentemente gota a gota, dicha pasta de flujo de soldadura sobre dichas partículas de metal, mezclando al mismo tiempo y calentando dichas partículas de metal a una temperatura de por lo menos 100°C, preferentemente de 120 a 150°C, hasta obtener un revestimiento regular de la superficie de cada una de dichas partículas de metal de aporte con dicha pasta, y se calientan dichas partículas recubiertas a dicha temperatura hasta evaporar el agua contenida en dicho flujo de soldadura que recubre dichas partículas, y
- d) se obtiene dicho producto de soldadura compactando mecánicamente las partículas recubiertas de la etapa c) a una presión de por lo menos 5000 bares, preferentemente a 7000 bares, calentándoles a una temperatura de por lo menos 300°C inferior a la temperatura de fusión del flujo de soldadura.

El producto de soldadura está por lo tanto constituido exclusivamente por metal y flujo.

El procedimiento de preparación de las partículas de metal recubiertas de flujo de soldadura según las etapas a) a c) corresponde al procedimiento de fabricación de grageas de almendra de confitería. Permite obtener un recubrimiento homogéneo en composición y espesor de una capa rígida de flujo sobre toda la superficie de dichas partículas.

En la etapa c), el calentamiento de las partículas recubiertas permite evaporar el agua contenida en dicha pasta de flujo de soldadura que recubre dichas partículas.

La presión utilizada en la etapa d) permite la evacuación del aire contenido en la mezcla y la eliminación de las porosidades en el producto de soldadura obtenido.

Tal operación de compresión puede ser denominada "procedimiento de compactación isostática en caliente" (CIC) por la acción simultánea de la presión y de la temperatura.

La temperatura utilizada en la etapa d) permite también realizar una evaporación del agua residual o del agua de la atmósfera que es absorbida sobre o absorbida en el flujo después de la etapa c), pero la temperatura utilizada, inferior a la temperatura de fusión del flujo, permite evitar el deterioro de las características del flujo de soldadura y evitar cualquier segregación con respecto al metal de aporte.

Se obtiene un bloque en el que se observa, seccionándole en la masa, que los espacios entre las partículas de metal están totalmente llenos de dicho flujo, rodeando éste sobre todo el perímetro de las partículas de metal. Se constata que el metal de aporte no se oxida durante su fabricación y ulteriormente en el producto terminado, ya que el producto se suelda correctamente sin aportación de flujo complementario.

Por el contrario, en un producto obtenido según el procedimiento del documento FR 2 8550585, el metal de aporte, debido por su baja granulometría, presenta una superficie expuesta a la oxidación muy significativa con respecto al peso total y necesita una mayor cantidad de flujo de soldadura superior al 30% de peso total.

Al final de la etapa d), se puede formar mecánicamente el bloque de material compactado obtenido en forma de alambre, de varilla, de barra, de banda o de hojas o anillos mediante unas operaciones de transformaciones mecánicas seleccionadas de entre el estirado, la extrusión, el trefilado, el bobinado, el enderezamiento, la formación de anillos, el laminado, el calandrado, la extrusión en caliente y el cortado.

En particular, el material compactado obtenido presenta una resistencia mecánica suficiente para ser transformado mecánicamente en alambre, en particular en una prensa de extrusión. La hilatura es un método de conformado de los metales por forjado que consiste en presionar por empuje un material en un contenedor. El material se hace dúctil por calentamiento a una temperatura denominada temperatura de extrusión, y se empuja a través de un orificio o hilera en el extremo de un contenedor. La presión por empuje que permite la deformación es proporcionada por una prensa o pistón accionado por unos gatos, preferentemente hidráulicos, en el interior del contenedor. A partir de una cierta presión, aparece un flujo plástico a través de la hilera. Se puede obtener un alambre de sección circular o unos perfiles de sección de formas diferentes correspondientes a la de la hilera.

En la etapa a), se entiende por tamaño de partícula de 500  $\mu\text{m}$  a 5 mm, la mayor dimensión de dichas partículas.

Preferentemente, dichas partículas de partida tienen una forma sustancialmente homogénea, es decir con por lo menos sustancialmente la misma longitud en dos direcciones sustancialmente perpendiculares.

Se pueden preparar dichas partículas de metal de aporte recortándoles en una masa de dicho metal, de mayor volumen.

Más particularmente, la granulometría del flujo de soldadura es de 10 a 40  $\mu\text{m}$ .

Según otras características particulares de la invención:

- en la etapa a), se preparan dichas partículas de metal de aporte recortándolas en un alambre sólido de dicho metal de aporte con un diámetro correspondiente a dicho tamaño de 500  $\mu\text{m}$  a 5 mm, por longitud unitaria preferentemente sustancialmente igual al diámetro del alambre;
- en la etapa b), la proporción másica de agua es preferentemente del 30 al 50%, preferentemente del 40% para del 50 al 70% de polvo de flujo, preferentemente del 60%,
- en la etapa d), la temperatura está comprendida entre 300°C y 500°C.

Preferentemente, en la etapa c), se vierte dicha pasta de flujo en un mezclador constituido por una cuba rotativa en rotación que contiene dichas partículas, siendo dicha cuba calentada a dicha temperatura.

En la etapa c), se vierte dicha pasta de flujo de soldadura en una cantidad tal que se obtiene una mezcla con la proporción ponderal de flujo de soldadura buscada con respecto al peso total de flujo y de metal en el producto de soldadura. Más particularmente, la proporción másica de flujo es del 3 al 20% con respecto al peso de dichas partículas de metal recubiertas.

Más particularmente aún, el metal de aporte es una aleación que comprende como metal de base un metal seleccionado de entre plata, aluminio, zinc y cobre, siendo el metal secundario de la aleación seleccionado de entre Si, Zn, Cu, Mn, Fe, Cr, Zr, Sn, Ti, Be, Cd, Ag, Al y Sb.

Según un ejemplo de realización, la aleación de aporte es una mezcla del 88% en peso de aluminio y del 12% en peso de silicio, el flujo de soldadura es una criolita potásica que comprende del 27 al 30% de potasio, del 1,5 al 2% de cesio, del 16 al 18% de aluminio y del 49 al 53% de flúor y la proporción másica de flujo de soldadura es del 8 al 12%.

Esta aleación y este flujo de soldadura presentan unas temperaturas de fusión de 580°C y respectivamente 566°C.

Según otro ejemplo de realización, la aleación comprende del 75 al 98% de Zn y respectivamente del 2 al 25% de Al, el flujo es una criolita de cesio que comprende del 50 al 65% de cesio, del 5 al 15% de aluminio y del 25 al 40% de flúor y la proporción másica de flujo es del 5 al 15%.

Esta aleación y este flujo presentan unas temperaturas de fusión de 420 a 460°C y, respectivamente, 440 a 450°C.

Según otro ejemplo de realización, la aleación comprende del 30 al 56% de Ag y 3 metales secundarios que comprenden Cu, Zn y Cd o Cu, Zn y Sn, y el flujo es una mezcla de ácido bórico y de fluoruro de potasio y la proporción másica de flujo es del 3 al 10%. Estas aleaciones y este flujo presentan unas temperaturas de fusión de 620 a 760°C para las aleaciones y, respectivamente, 450°C para el flujo.

En un modo preferido de realización, en la etapa d), se fabrica un producto de soldadura constituido por un alambre sólido, preferentemente con un diámetro de 1 a 3 mm, realizando las etapas siguientes:

d-1) se colocan las partículas recubiertas de la etapa c) en un contenedor cilíndrico (2) de prensa de extrusión que se lleva a una dicha temperatura correspondiente a la temperatura de extrusión, y se realiza una

primera compresión en el interior de dicho contenedor a una presión de por lo menos 5000 bares con el pistón (3) de la prensa de extrusión (4) para obtener una palanquilla (5) compacta con un diámetro preferentemente de por lo menos 50 mm, y

5 d-2) se realiza una segunda compresión con la ayuda de dicho pistón a una presión apta para permitir la extrusión de la palanquilla a través de una hilera con un diámetro más pequeño que el de la palanquilla, preferentemente con un diámetro de 1 a 3 mm, a una segunda presión de por lo menos 10.000 bares, más preferiblemente por lo menos 15.000 bares.

10 En la etapa d-1), la primera compresión a una presión de por lo menos 5000 bares corresponde a una presión inferior a la presión de extrusión. La descompresión consecutiva a esta primera compresión por retirada del pistón permite la evacuación del aire y del agua que se ha quedado en forma de humedad en el material.

15 En la etapa d-2), el fuerte empuje combinado con la relación de secciones entre la palanquilla y el alambre, correspondiendo este último al de la hilera, conduce a un alargamiento de las partículas de forma que cuando se observe una sección transversal del alambre obtenido, no se observe una mezcla aparentemente homogénea sin poder distinguir, en ausencia de microscopio, los contornos de partículas.

20 De manera conocida, el alambre obtenido puede ser erigido en forma de varilla hasta 2m o bobinado o conformado de anillos de 2 a 100 mm de diámetro interior de anillo.

25 Este procedimiento de fabricación de un alambre de soldadura según la invención es particularmente ventajoso en términos de coste con respecto al procedimiento de fabricación de alambres forrados de la técnica anterior, en la medida en la que se obtiene directamente un alambre de diámetro deseado sin tener que recurrir a la etapa intermedia de fabricación de un tubo de mayor diámetro, como se describe anteriormente en lo referente a la técnica anterior. El procedimiento de obtención de un alambre de soldadura sólido según la presente invención es, por lo tanto, mucho menos caro que el procedimiento de obtención de un alambre de la técnica anterior.

30 La presente invención proporciona también un producto de soldadura que puede ser obtenido mediante el procedimiento tal como se ha definido anteriormente, caracterizado por que comprende un material sólido y rígido compactado exclusivamente constituido por dicho flujo de soldadura y por dicho metal de aporte, que se presenta en forma de bloque, en particular en forma de palanquilla, estando su estructura, tal como se observa en sección transversal o longitudinal de dicho producto, constituida de dichas partículas de metal de aporte recubiertas de dicho flujo, presentando dichas partículas de metal de aporte un tamaño de 500  $\mu$  a 5 mm, preferentemente de 2 a 4 mm, estando dichas partículas recubiertas compactadas de manera que dicho flujo de soldadura llena totalmente los espacios entre dichas partículas de metal, presentando dicho material sólido una resistencia mecánica que lo hace apto para la extrusión bajo prensa, en particular para obtener un hilo de 1 a 3 mm de sección, con una proporción másica de dicho flujo de soldadura del 3 al 20%, preferentemente inferior al 15%.

40 Este producto de soldadura en forma de bloque se obtiene mediante el procedimiento tal como se ha definido anteriormente, antes de la transformación en forma de alambre, en particular un procedimiento obtenido al final de la etapa d-1) anterior.

45 El producto de soldadura obtenido es particularmente ventajoso porque permite una homogeneidad de la relación flujo/metal perfectamente controlada y dicho material no se oxida. Además, tal producto se puede obtener con cualquier flujo. Finalmente, su coste de fabricación es relativamente bajo y puede ser transformado en cualquier forma, en particular perfiles o alambres.

50 La presente invención proporciona también un producto de soldadura, en forma de alambre, que puede ser obtenido mediante el procedimiento definido anteriormente en la etapa d-2), caracterizado por que se presenta en forma de alambre, preferentemente con un diámetro de 1 a 3 mm y presenta una estructura de tal manera que, en la sección longitudinal de dicho alambre, se observa una mezcla de dicho metal de aporte con dicho flujo de soldadura, exclusivamente constituido por dicho metal de aporte con dicho flujo de soldadura, con unas trazas longitudinales de flujo de soldadura embebidas en la masa del metal de aporte, con una proporción másica de dicho flujo de soldadura del 3 al 20%, preferentemente inferior al 15%.

Se entiende arriba por "exclusivamente constituido" que la mezcla consiste esencialmente en los dos citados constituyentes para realizar el efecto técnico de soldadura.

60 Este producto es particularmente ventajoso con respecto a los hilos huecos de metal de aporte rellenos de flujo de soldadura, porque el flujo sale sobre toda la sección del alambre y no sólo por el centro como en los alambres huecos (por lo tanto, llegado el caso, por los extremos del anillo), y la homogeneidad estructural entre alambre y metal es óptima.

65 Se han realizado unos ensayos comparativos de soldadura con los alambres de soldadura según la invención, y unos alambres rellenos de soldadura según la técnica anterior, que confirman, en un examen microscópico, la mejor

calidad de la soldadura en términos de aspecto y de ausencia de depósito aparente con los alambres según la invención. Por otro lado, unos ensayos de resistencia mecánica, a saber de resistencia a la tracción, y ensayo de estanqueidad de las soldaduras realizados con unos alambres según la invención satisfacen los valores de referencia obtenidos por los alambres rellenos de soldadura de la técnica anterior.

5 Otras características y ventajas de la presente invención aparecerán a la luz de los ejemplos de la descripción detallada siguiente, realizada en referencia a las figuras, en las que:

- 10 - la figura 1 representa una cuba rotativa utilizada en las etapas a) a c) del procedimiento, y
- la figura 2 representa un dispositivo de extrusión utilizado en las etapas d1) y d2) del procedimiento descrito anteriormente,
- 15 - la figura 3 representa una sección longitudinal de un producto de soldadura obtenido en forma de palanquilla en la etapa d1) definido anteriormente, y
- la figura 4 representa una sección longitudinal de un producto de soldadura en forma de alambre de 1,6 mm de diámetro obtenido en la etapa d2) descrita anteriormente.

## 20 **Ejemplo 1:**

### 1. Materiales de base

- 25 - alambre de metal de aporte sólido uniforme de 3 mm de diámetro de AISi 12, a saber una aleación de aporte que es una mezcla del 88% en peso de aluminio y del 12% en peso de silicio. Esta aleación presenta una temperatura de fusión de 580°C.
- 30 - flujo de soldadura en polvo Nocolock Cs<sup>®</sup> de la compañía SOLVAY (Bélgica) que comprende criolita potásica que comprende en peso un 29% de potasio, un 1,8% de cesio, un 17% de aluminio y un 51% de flúor. Este flujo de soldadura presenta una granulometría de 10 a 20 µm y una temperatura de fusión de 566°C.
- agua.

### 2. Fabricación de partículas recubiertas

35 El alambre sólido de metal de aporte se corta en trozos o partículas 7a de longitud igual al diámetro de 3 mm con la ayuda de una prensa de cortar (o cualquier instalación que permita este corte).

40 El flujo se mezcla con agua para obtener una pasta líquida 6a, en una relación ponderal del 40% de flujo y un 60% de agua.

Los granos o partículas de metal son después calentados en una cuba rotativa inclinada 1 a una temperatura comprendida entre 120 y 150°C aproximadamente.

45 A esta temperatura, la pasta de flujo se vierte 11 sustancialmente en el centro de la cuba rotativa 1 progresivamente gota a gota sobre las partículas de metal amasado y calentado en rotación en dicha cuba rotativa a fin de realizar un recubrimiento regular y homogéneo de las partículas de metal.

50 Cuando se ha evaporado todo el agua, las partículas de metal se recubren de una capa de flujo de 0,4 a 0,9 mm de grosor, lo que representa una proporción másica en flujo de soldadura de entre el 10 y el 15% aproximadamente. La mezcla de partículas recubiertas está entonces lista para la segunda etapa siguiente.

### 3. Fabricación de palanquilla y de alambre

55 La fabricación del alambre se realiza con una prensa de extrusión 4 que comprende un contenedor cilíndrico con un diámetro de 2 de 58 mm. El contenedor de la prensa se mantiene en calentamiento a una temperatura de aproximadamente 450°C. Los granos recubiertos se cargan en el contenedor de la prensa de extrusión.

60 Los granos recubiertos 5a son después comprimidos por accionamiento del pistón a una presión de 7000 bares para constituir una "palanquilla" compacta 5.

Una fase de descompresión por retracción del pistón 3 permite después la evacuación del aire y del agua que se ha quedado en forma de humedad.

65 La palanquilla 5 obtenida presenta una estructura en sección longitudinal en esta fase, como se representa en la figura 2. Se observan los contornos de las partículas de metal de aporte recubiertas 5a de flujo, llenando dicho flujo

6 los espacios entre las partículas de metal 7.

Esta palanquilla es después comprimida de nuevo a 15000 bares, todavía mantenida a 450°C para ser extruida a través de una hilera 9 en forma de alambre 8 de diámetro deseado (en general entre 2,4 mm y 1,6 mm).

5 El alto coeficiente de sección (2 mm frente a 58 mm) conjugado a la presión y a la temperatura indicadas anteriormente, permiten una mayor homogeneización de la estructura entre metal de aporte y flujo de soldadura en el producto final, como se representa en la figura 4. En sección longitudinal del alambre, se observan unas trazas longitudinales de flujo de soldadura 6a embebidas en la masa metálica 7b, es decir el metal 7b que rodea las trazas longitudinales de flujo de soldadura 6a, sin poder distinguir unos contornos de partículas de metal 7a.

10 En la figura 4, las estrías oblicuas sobre el alambre son resultado del pulido de la superficie antes de la observación con microscopio.

15 El alambre fabricado 8 puede después ser bobinado, enderezado en forma de varilla o moldeado en forma de anillos directamente en la salida de la máquina.

## Ejemplo 2

### 20 1. Materiales de base

- alambre de metal de aporte sólido uniforme de 3 mm de diámetro de promedio de una aleación que comprende el 98% de Zn y el 2% de Al. Esta aleación presenta una temperatura de fusión de 440°C.
- 25 - el flujo de soldadura es una criolita de cesio de la compañía Chemetall GmbH (Alemania) que comprende el 58% de cesio, el 10% de aluminio y el 32% de flúor. Este flujo presenta una granulometría de 10 a 20 µm, y una temperatura de fusión de 450 a 460°C.
- agua.

### 30 2. Fabricación de partículas recubiertas

Se sigue el mismo protocolo que en el ejemplo 1 con las mismas proporciones másicas de agua del 60% en la pasta y del 10% de flujo en las partículas recubiertas, y el amasado y el recubrimiento se llevan a cabo a la misma temperatura de 120°C.

### 35 3. Fabricación de la palanquilla y del alambre

40 Se sigue el mismo protocolo que en el ejemplo 1 con una temperatura de calentamiento de la prensa de 330°C y unas presiones de compresión de 7000 bares para obtener la citada palanquilla y una recompresión de 25000 bares para obtener un alambre 8 a través de la hilera 9.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de fabricación de un producto de soldadura a partir de un polvo de flujo de soldadura y de un metal de aporte, caracterizado por que se realizan las etapas siguientes, en las que:
- 5 a) se preparan unas partículas de metal de aporte (7a), preferentemente de una aleación de aporte, con un tamaño de 500  $\mu\text{m}$  a 5 mm, preferentemente de 2 a 4 mm, y
- 10 b) se mezcla dicho polvo de flujo de soldadura de granulometría inferior a 100  $\mu\text{m}$ , preferentemente de 10 a 40  $\mu\text{m}$ , con agua hasta obtener una pasta de baja viscosidad apta para fluir plásticamente, preferentemente una pasta líquida (6a), y
- 15 c) se vierte, preferentemente de manera progresiva y a bajo caudal, más preferentemente gota a gota, dicha pasta de flujo de soldadura sobre dichas partículas de metal, mezclando y calentando dichas partículas de metal a una temperatura de por lo menos 100°C, preferentemente de 120 a 150°C, hasta obtener un revestimiento regular de la superficie de cada una de dichas partículas de metal de aporte con dicha pasta, y se calientan dichas partículas recubiertas a dicha temperatura hasta evaporar el agua contenida en dicho flujo de soldadura que recubre dichas partículas, y
- 20 d) se obtiene dicho producto de soldadura compactando mecánicamente las partículas recubiertas de la etapa c) a una presión de por lo menos 5000 bares, preferentemente a 7000 bares, calentándolas a una temperatura de por lo menos 300°C inferior a la temperatura de fusión del flujo de soldadura.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que en la etapa a), se preparan dichas partículas de metal de aporte cortándolas en un alambre sólido de dicho metal de aporte con un diámetro correspondiente a dicho tamaño de 500  $\mu\text{m}$  a 5 mm, por longitud unitaria, de manera preferida sustancialmente igual al diámetro del alambre.
- 30 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que en la etapa b), la proporción másica de agua es preferentemente del 30 al 50%, preferentemente un 40% para del 50 al 70% de polvo de flujo, preferentemente un 60%.
- 35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que en la etapa c), se vierte dicha pasta de flujo en un mezclador constituido por una cuba rotativa (1) en rotación que contiene dichas partículas, siendo dicha cuba calentada (1a) a dicha temperatura.
- 40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que en la etapa d), la temperatura de calentamiento está comprendida entre 300°C y 500°C.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la proporción másica de flujo está comprendida entre el 3 y el 20% con respecto al peso de dichas partículas de metal recubiertas.
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el metal de aporte es una aleación que comprende, como metal de base, un metal seleccionado de entre plata, aluminio, zinc y cobre, siendo el metal secundario de la aleación seleccionado de entre Si, Zn, Cu, Mn, Fe, Cr, Zr, Sn, Ti, Be, Cd, Ag, Al y Sb.
- 50 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la aleación de aporte es una mezcla del 88% en peso de aluminio y del 12% en peso de silicio, el flujo de soldadura es una criolita potásica que comprende del 27 al 30% de potasio, del 1,5 al 2% de cesio, del 16 al 18% de aluminio y del 49 al 53% de flúor, y la proporción másica de flujo de soldadura es del 8 al 12%.
- 55 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la aleación comprende del 75 al 98% de Zn y, respectivamente, del 2 al 25% de Al, el flujo es una criolita de cesio que comprende del 50 al 65% de cesio, del 5 al 15% de aluminio y del 25 al 40% de flúor y la proporción másica de flujo es del 5 al 15%.
- 60 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que en la etapa d), se fabrica un producto de soldadura constituido por un alambre sólido, preferentemente con un diámetro de 1 a 3 mm, realizando las etapas siguientes:
- d-1) se colocan las partículas recubiertas de la etapa c) en un contenedor cilíndrico (2) de prensa de extrusión (4) que se lleva a una dicha temperatura correspondiente a la temperatura de extrusión y se realiza una primera compresión en el interior de dicho contenedor a una presión de por lo menos 5000 bares con un pistón (3) de la prensa de extrusión (4) para obtener una palanquilla (5) compacta con un diámetro preferentemente de por lo menos 50 mm, y
- 65 d-2) se realiza una segunda compresión con la ayuda de dicho pistón a una presión apta para permitir la extrusión de la palanquilla (5) a través de una hilera (9) con un diámetro más pequeño que el de la

palanquilla, preferentemente con un diámetro de 1 a 3 mm, a una segunda presión de por lo menos 10.000 bares, más preferentemente por lo menos 15.000 bares.

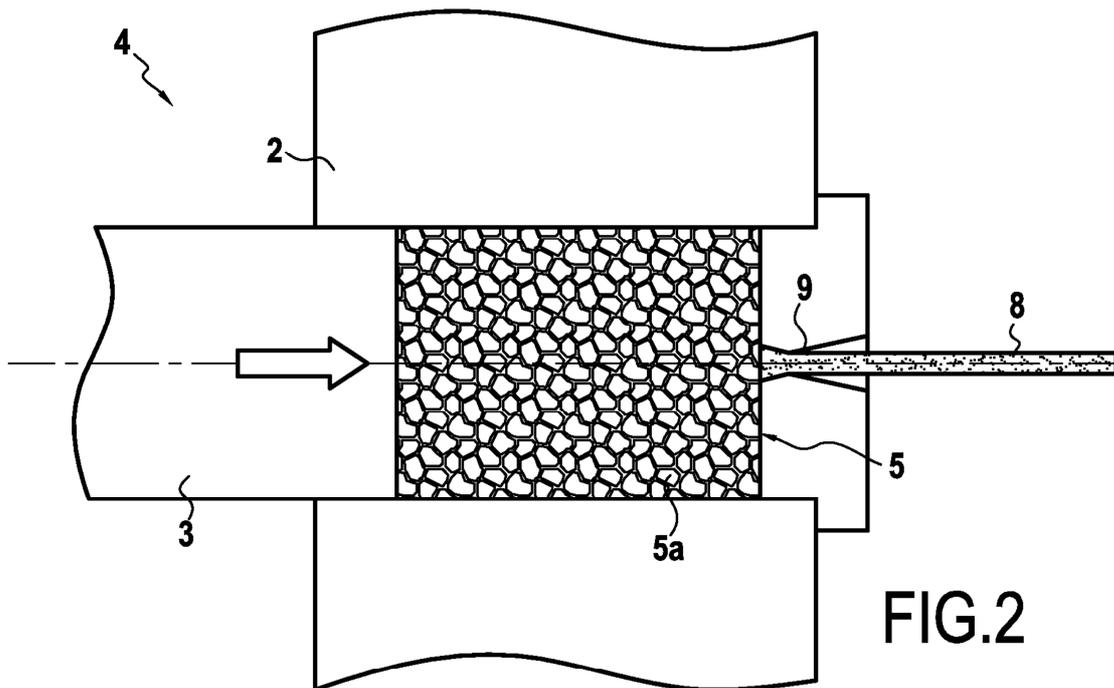
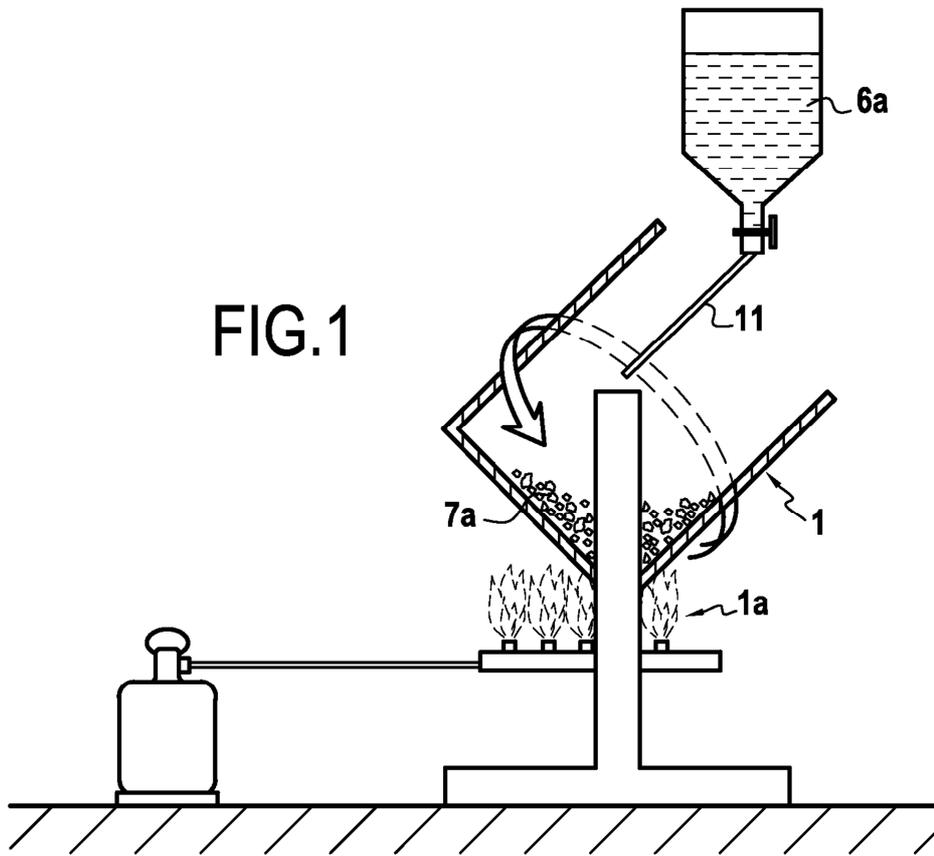
5 11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que en la etapa d1), dichas partículas recubiertas de la etapa c) comprenden unas partículas de metal de aporte de 2 a 5 mm recubiertas de dicho flujo de soldadura.

10 12. Producto de soldadura obtenido mediante el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que comprende un material sólido y rígido compactado, exclusivamente constituido por dicho flujo de soldadura y por dicho metal de aporte, que se presenta en forma de bloque, en particular en forma de palanquilla (5), estando su estructura, tal como se observa en la sección transversal o longitudinal de dicho producto, constituida por dichas partículas de metal de aporte recubiertas (5a) de dicho flujo, presentando dichas partículas de metal de aporte un tamaño de 500  $\mu$  a 5 mm, estando dichas partículas recubiertas (5a) compactadas de manera que dicho flujo de soldadura (6) llene totalmente los espacios entre dichas partículas de metal (7), presentando dicho material sólido una resistencia mecánica que lo hace apto para la extrusión en prensa, con una proporción másica de dicho flujo de soldadura del 3 al 20%, preferentemente inferior al 15%.

15 13. Producto de soldadura obtenido mediante el procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que el tamaño de dichas partículas de metal de aporte es de 2 a 5 mm.

20 14. Producto de soldadura obtenido mediante el procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que se presenta en forma de alambre, preferentemente con un diámetro de 1 a 3 mm y presenta una estructura tal que, en la sección longitudinal de dicho alambre, se observa una mezcla de dicho metal de aporte con dicho flujo de soldadura, exclusivamente constituido por dicho metal de aporte con dicho flujo de soldadura, con unas trazas longitudinales de flujo de soldadura (6a) embebidas en la masa del metal de aporte (7b), con una proporción másica de dicho flujo de soldadura del 3 al 20%, preferentemente del 15%.

25



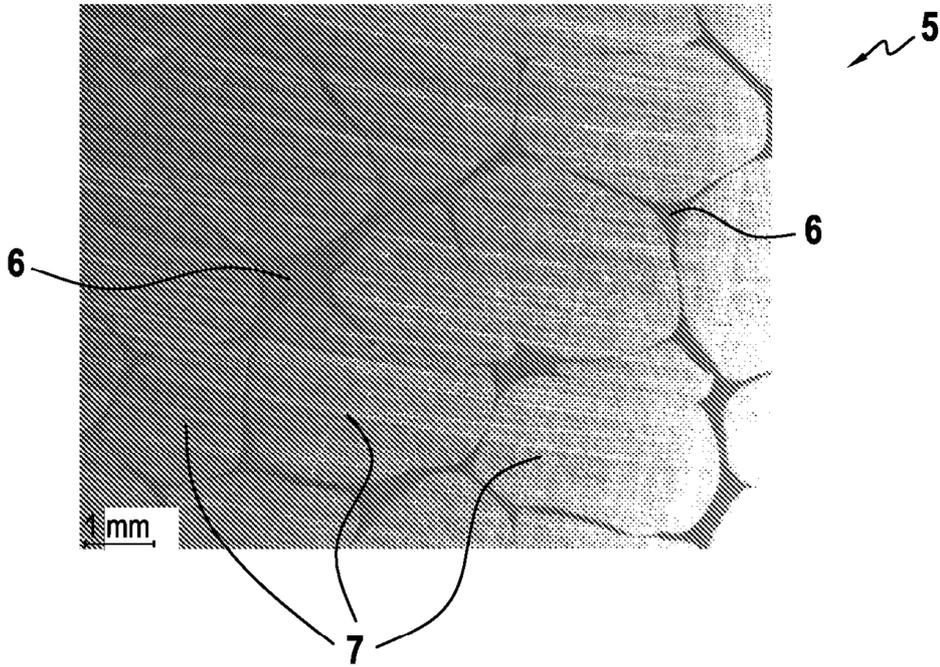


FIG.3

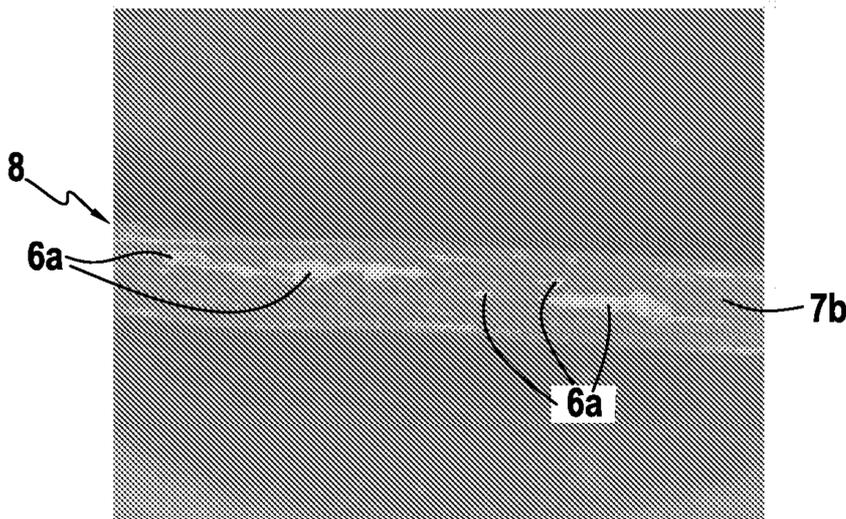


FIG.4