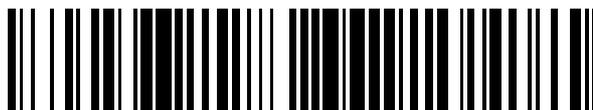


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 766 898**

51 Int. Cl.:

B23K 35/362	(2006.01)	F28F 21/08	(2006.01)
B23K 35/02	(2006.01)		
B23K 35/28	(2006.01)		
B23K 35/36	(2006.01)		
B23K 1/00	(2006.01)		
B32B 15/01	(2006.01)		
B21D 53/02	(2006.01)		
C22C 21/00	(2006.01)		
C22C 21/02	(2006.01)		
B23K 35/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2017 PCT/EP2017/056037**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2017 WO17178182**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2017 E 17711135 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3442740**

54 Título: **Hoja de soldadura fuerte**

30 Prioridad:

12.04.2016 EP 16164815
12.04.2016 EP 16164817

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.06.2020

73 Titular/es:

GRÄNGES AB (100.0%)
Linnégatan 18 Box 5505
114 85 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

NILSSON, STEFAN;
SVENSSON, ROGER;
WESTERGÅRD, RICHARD y
STENQVIST, TORHEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 766 898 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

Hoja de soldadura fuerte

La presente invención se refiere a una hoja de soldadura fuerte de aleación de aluminio que comprende un revestimiento de soldadura fuerte que contiene fundente y un método para su fabricación. La invención se refiere además a una placa de revestimiento útil como un producto intermedio en la fabricación de la hoja de soldadura fuerte. Finalmente, la invención se refiere al uso de la hoja de soldadura fuerte para la fabricación de un intercambiador de calor con soldadura fuerte y un producto con soldadura fuerte, particularmente un intercambiador de calor con soldadura fuerte, fabricado a partir de la hoja de soldadura fuerte.

Pueden usarse hojas de soldadura fuerte de aleación de aluminio para la fabricación de intercambiadores de calor con soldaduras fuertes tales como radiadores, condensadores, evaporadores, etc., que habitualmente se usan en sistemas de enfriamiento de motores de automóviles o sistemas de aire acondicionado, así como en sistemas industriales de intercambio de calor. Un tipo común de intercambiador de calor incluye una serie de tubos paralelos (soldados/plegados/en varias cámaras, etc.) estando cada tubo unido típicamente en cada extremo a tubos colectores y aletas corrugadas que separan cualquiera de dos tubos adyacentes. Otros tipos incluyen intercambiadores de calor de placas e intercambiadores de calor de placas y barras.

Las hojas de soldadura fuerte de aleación de aluminio comprenden normalmente un núcleo y un revestimiento de soldadura fuerte de una aleación de aluminio que tiene una temperatura de fusión más baja que el núcleo. La operación de soldadura fuerte se realiza normalmente en vacío o en una atmósfera inerte (normalmente nitrógeno seco), denominándose esta última también soldadura fuerte en atmósfera controlada (soldadura fuerte CAB). Puesto que el equipo para soldadura fuerte a vacío es muy complicado y también el proceso de soldadura fuerte es complicado y debe ser controlado dentro de límites muy estrictos, la soldadura fuerte CAB es ahora la tecnología dominante en aplicaciones comerciales. Sin embargo, la operación práctica de la soldadura fuerte CAB requiere la adición de fundente, más corrientemente fundente basado en Al-K-F, tal como Nocoloc®, para retirar óxidos de la superficie de las hojas de aleación de aluminio que van a soldar con soldadura fuerte. El uso del fundente requiere extensas etapas de proceso adicionales, tanto para su aplicación y, en algunos casos para la retirada del fundente residual, así como para la limpieza del equipo.

Se han hecho intentos por diseñar hojas de soldadura fuerte que puedan usarse para soldadura fuerte CAB sin el uso de fundente, como se describe, por ejemplo, en los documentos US6568584 B2, US6635360 B2, WO 2008/155067 A1, WO2011/034496 A2 y WO2013/180630 A1. Sin embargo, esta tecnología requiere un control cuidadoso del proceso de soldadura fuerte y sólo se usa de forma muy limitada.

Otro enfoque es incorporar el fundente en una aleación de aluminio con carga, como se describe, por ejemplo, en los documentos WO2008/110808 A1, EP552567 A1 y FR2855085 A1. Las hojas de soldadura fuerte que comprenden tal aleación con carga muestran un rendimiento de soldadura fuerte muy bueno, aunque las placas de revestimiento de una aleación con carga con fundente incorporado son complicadas de producir y también se ha encontrado que provocan problemas en la operación de laminado para producir las hojas de soldadura fuerte. Adicionalmente, la chatarra obtenida en la producción de las hojas de soldadura fuerte contiene fundente y es complicada de reciclar.

Un enfoque adicional es incluir mecánicamente el fundente en una hoja, como se describe en los documentos EP1004390 A1 y JP2009-090330.

El documento EP2907615 A1 describe una hoja de soldadura fuerte de aluminio que comprende una capa de núcleo, una capa de aleación de soldadura fuerte y una capa de material compuesto de un polvo de aleación de soldadura fuerte y polvo de fundente que forma la capa más externa.

El documento JPH06-315791 describe una hoja de soldadura fuerte de Al que contiene fundente revestida con un material de revestimiento protector, que está compuesto de un metal con carga de soldadura fuerte de aleación de Al que contiene fundente que contiene una composición de metal con carga de soldadura fuerte y una composición de fundente, al menos en una superficie de un material de núcleo que consiste en aluminio o su aleación. Al menos en una superficie exterior del material de revestimiento protector, se forma una capa de revestimiento que consiste en aluminio o su aleación.

Un objeto de la invención es proporcionar una hoja de soldadura fuerte autofundente que es comparativamente sencilla de producir y muestra un buen rendimiento de soldadura fuerte también con un contenido de fundente relativamente bajo.

Otro objeto de la invención es proporcionar una placa de revestimiento útil como producto intermedio para la preparación de la hoja de soldadura fuerte.

Un aspecto de la invención está relacionado con una hoja de soldadura fuerte como se define en la reivindicación 1. Más específicamente, tal hoja de soldadura fuerte comprende una capa de núcleo y un revestimiento de soldadura fuerte, siendo dicha capa de núcleo aluminio o una aleación de aluminio, conteniendo dicho revestimiento de soldadura fuerte (a) una capa de material compuesto de fundente, capa de material compuesto de fundente que comprende una

- matriz de aluminio o una aleación de aluminio, conteniendo dicha matriz partículas de fundente; (b) una capa de aleación con carga que no contiene partículas de fundente; y (c) una capa de aluminio o aleación de aluminio que no contiene partículas de fundente, formando dicha capa la superficie más externa de al menos un lado de la hoja de soldadura fuerte, donde la capa de material compuesto de fundente (a) está colocada entre dicha capa de aleación con carga (b) y dicha capa de aluminio o de aleación de aluminio (c). La capa de aluminio o de aleación de aluminio (c) puede ser de aluminio, de una aleación con carga del mismo o diferente tipo que en la capa de aleación con carga (b), o de una aleación de aluminio sin carga. De forma similar, la matriz de la capa de material compuesto puede ser de aluminio, de una aleación con carga del mismo o diferente tipo que en la capa de aleación con carga (b), o de una aleación de aluminio sin carga.
- 5
- 10 Para cualquier descripción de composiciones de aleaciones o composiciones de aleaciones preferidas, todas las referencias a porcentajes están en porcentaje en peso (% en peso) a no ser que se indique lo contrario.
- El término “hoja” tal como se en el presente documento también incluye material laminado plano con grosores que varían de una lámina delgada hasta una placa gruesa.
- 15 El término “capa de material compuesto de fundente” tal como se usa en el presente documento no es fundente puro sino una capa de una matriz de aluminio o una aleación de aluminio que contiene partículas de fundente.
- El término “fundente”, tal como se usa en el presente documento, se refiere al fundente de soldadura fuerte, es decir, una sustancia que, bien directamente o en forma de un producto de reacción del mismo, durante la soldadura fuerte contribuye a alterar o disolver una película de óxido en una superficie que ha de soldarse por soldadura fuerte.
- 20 El término “aleación con carga”, tal como se usa en el presente documento, se refiere a una aleación de aluminio que tiene una temperatura de fase líquida que es menor que la temperatura de fase sólida de la capa de núcleo y el propósito de tal aleación con carga es fundirse para formar una unión con una superficie contraria.
- La hoja de soldadura fuerte de la invención puede comprender un revestimiento de soldadura fuerte como se describe en el presente documento en sólo un lado o en ambos lados del núcleo, dependiendo del uso deseado.
- 25 En cualquier lado en el que la hoja de soldadura fuerte comprende un revestimiento de soldadura fuerte como se describe en el presente documento, una capa de aluminio o de aleación de aluminio que no contiene partículas de fundente forma la superficie más externa de al menos un lado de la hoja de soldadura fuerte. Dicha capa puede ser una capa de aleación con carga o una capa de aluminio o de aleación de aluminio sin carga. Se ha descubierto sorprendentemente que esto mejora la soldadura fuerte y además se ha descubierto que facilita la operación de laminado usada en el proceso de producción, por ejemplo, reduciendo el riesgo de desconchado, etc., de la capa exterior.
- 30 El revestimiento de soldadura fuerte comprende al menos una capa de aleación con carga y, preferiblemente, al menos dos capas de aleación con carga. Al menos una capa de aleación con carga está colocada en el lado de la capa de material compuesto de fundente que da a la capa de núcleo de la hoja de soldadura fuerte y puede estar directamente unida a la capa de núcleo o a una capa intermedia entre las mismas. Preferiblemente, la capa de material compuesto de fundente está colocada entre dos capas de aleación con carga, en cuyo caso una capa de aleación con carga forma la superficie más externa de al menos un lado de la hoja de soldadura fuerte y la capa de aluminio o de aleación de aluminio que no contiene partículas de fundente que forman una superficie más externa de la capa de soldadura fuerte constituye preferiblemente una de las capas de aleación con carga. La disposición anterior permite que el fundente tenga una distancia relativamente corta a la superficie sin reducir la cantidad total de aleación con carga. De forma alternativa, la capa de material compuesto de fundente puede estar colocada entre una capa de aleación con carga y una capa de aluminio o de aleación de aluminio sin carga que no contiene partículas de fundente, en cuyo caso dicha capa de otra aleación de aluminio forma preferiblemente la superficie más externa de al menos un lado de la hoja de soldadura fuerte. En caso de dos capas de aleación con carga, estas están preferiblemente en cada lado de la capa de material compuesto de fundente.
- 35
- 40
- 45 El revestimiento de soldadura fuerte constituye preferiblemente de 1 a 25%, lo más preferiblemente de 2 a 20%, particularmente de 5 a 18% del grosor de la hoja de soldadura fuerte. La capa de material compuesto de fundente constituye preferiblemente de 2 al 80%, lo más preferiblemente de 5 al 50% del grosor del revestimiento de soldadura fuerte. La capa que forma la superficie más externa de la hoja de soldadura fuerte constituye preferiblemente de 2 a 20%, lo más preferiblemente de 4 a 15% del grosor del revestimiento de soldadura fuerte, mientras que la capa de material compuesto de fundente y la capa o capas internas de aleación con carga constituyen preferiblemente la parte restante. El calibre total de toda la hoja de soldadura fuerte depende de su uso deseado y puede, por ejemplo, ser de 50 μm a 3 mm o de 100 μm a 2 mm. Los valores exactos para el grosor de las capas individuales dependen del calibre total, el contenido de fundente en la capa de material compuesto de fundente, así como del uso deseado de la hoja de soldadura fuerte.
- 50
- 55 Una capa de aleación con carga es una capa de una aleación con carga que no contiene partículas de fundente. La aleación con carga es una aleación de aluminio que comprende preferiblemente Si, lo más preferiblemente en una cantidad de 2 a 15% en peso, particularmente de 4 a 15% en peso, tal como de 5 a 14% en peso o de 6 a 13% en peso. Puede estar presente opcionalmente una pequeña cantidad de otros elementos, tal como Bi para mejorar la

humectación, y Zn y Cu para ajustar el potencial de corrosión, así como pequeñas cantidades de diversos elementos presentes en la chatarra usada como materias primas y que son aceptables en ciertas cantidades. Aleaciones con carga útiles incluyen aleaciones AA4XXX tales como AA4343, AA4045 y AA4047. Una aleación con carga típica puede consistir, por ejemplo, en 4-15% en peso de Si, $\leq 0,5\%$ en peso de Bi, $\leq 0,25\%$ en peso de Cu, $\leq 0,1\%$ en peso de Mn, $\leq 0,2\%$ en peso de Ti, $\leq 0,8\%$ en peso de Fe, $\leq 0,05\%$ en peso de cada uno y $\leq 0,2\%$ en peso en total de impurezas inevitables, y el resto Al. La composición exacta será ajustada de modo que la aleación con carga se derrita dentro del intervalo de temperatura deseado, preferiblemente de 550 a 615°C. En caso de al menos dos capas de aleación con carga, estas pueden tener composiciones idénticas o diferentes y, por consiguiente, pueden tener también diferentes temperaturas de fusión o intervalos de temperatura de fusión.

Una capa de aluminio o de aleación de aluminio sin carga es una capa de aluminio o de una aleación de aluminio sin carga, una aleación que tiene una temperatura de fase líquida mayor que la temperatura de fase sólida de la aleación con carga o aleaciones en la hoja de soldadura fuerte. Dicha aleación de aluminio sin carga contiene preferiblemente $<2\%$ en peso de Si. Lo más preferiblemente, una aleación de aluminio sin carga contiene $\leq 1,65\%$ en peso o $\leq 1,0\%$ en peso de Si, lo que significa que el Si presente está en solución sólida y no como partículas. El material para dicha capa puede ser esencialmente aluminio puro con únicamente impurezas inevitables de otros elementos, típicamente por debajo de 0,05% en peso de cada uno y por debajo de 0,15% en peso en total, o una aleación de aluminio que, por ejemplo, puede ser cualquier aleación de aluminio AA1XXX, AA2XXX, AA3XXX, AA4XXX, AA7XXX o AA8XXX. Para garantizar una óptima soldadura fuerte, se prefiere que la cantidad de Mg esté limitada, preferiblemente $\leq 0,4\%$ en peso, más preferiblemente $\leq 0,3\%$ en peso, lo más preferiblemente $\leq 0,2\%$ en peso, particularmente $\leq 0,1\%$ en peso o $\leq 0,05\%$ en peso. Posibles aleaciones de aluminio incluyen aquellas que contienen al menos 99% en peso de Al, tal como AA1050 (en % en peso $\leq 0,25$ de Si, $\leq 0,4$ de Fe, $\leq 0,05$ de Cu, $\leq 0,05$ de Mn, $\leq 0,05$ de Mg, $\leq 0,05$ de Zn, $\leq 0,05$ de Ti, $\leq 0,05$ cada uno y $\leq 0,15$ en total de otros elementos, siendo el resto Al). Otras posibles aleaciones incluyen, por ejemplo, AA3003 (en % en peso $\leq 0,6$ de Si, $\leq 0,7$ de Fe, 0,05-0,2 de Cu, 1-1,5 de Mn, $\leq 0,1$ de Zn, $\leq 0,05$ cada uno y $\leq 0,15$ en total de otros elementos, siendo el resto Al). El uso de una capa de aluminio esencialmente puro o una capa de aleación de aluminio sin carga permite personalizar la composición final de la unión con soldadura fuerte, por ejemplo, para obtener un perfil de potencial de corrosión deseado. El uso de dicha capa como una capa más externa también reduce el desgaste de las herramientas de conformado usadas para la producción de la hoja de soldadura fuerte.

La matriz de la capa de material compuesto de fundente puede ser esencialmente aluminio puro con únicamente impurezas inevitables de otros elementos, típicamente por debajo de 0,05% en peso de cada uno y por debajo de 0,15% en peso en total, o una aleación de aluminio que, por ejemplo, puede ser cualquier aleación de aluminio AA1XXX, AA2XXX, AA3XXX, AA4XXX, AA7XXX o AA8XXX. Para garantizar una soldadura fuerte óptima, se prefiere que la cantidad de Mg en la matriz de la capa de material compuesto de fundente sea limitada, preferiblemente $\leq 0,3\%$ en peso, lo más preferiblemente $\leq 0,2\%$ en peso, particularmente $\leq 0,1\%$ en peso o $\leq 0,05\%$ en peso. También se prefiere que el contenido de Mn en la matriz sea $\leq 2\%$ en peso, lo más preferiblemente $\leq 1,5\%$ en peso. Una posible aleación de aluminio es una aleación con carga como se describe antes, que puede o no ser idéntica a la aleación en una o más de las capas de aleación con carga (por ejemplo, una aleación AA4XXX tal como AA4343, AA4045 o AA4047). Otras posibles aleaciones de aluminio incluyen aleaciones de aluminio sin carga como se describe antes. El uso de una capa de aluminio esencialmente puro o una aleación de aluminio sin carga para la capa de material compuesto de fundente permite personalizar la composición final de la unión con soldadura fuerte, por ejemplo, para obtener un perfil de potencial de corrosión deseado. También proporciona la oportunidad de personalizar y facilitar la unión de la capa de material compuesto de fundente a las capas adyacentes.

El fundente puede ser cualquier sustancia que, bien directamente o en la forma de un producto de reacción del mismo durante la soldadura fuerte contribuya a alterar una película de óxido sobre una superficie que va a soldarse con soldadura fuerte. El contenido de fundente en la capa de material compuesto de fundente varía preferiblemente de 1 a 20% en peso, lo más preferiblemente de 1 a 15% en peso, particularmente de 1 a 10% en peso. La cantidad de fundente en el revestimiento de soldadura fuerte varía preferiblemente de 0,02 a 5 g/m², lo más preferiblemente de 0,1 a 2 g/m² de la superficie exterior. El punto de fusión del fundente es preferiblemente menor que el punto de fusión de la matriz de aluminio o de aleación de aluminio de la capa de material compuesto de fundente. El fundente está presente preferiblemente como partículas en la matriz de aluminio o aleación de aluminio, por ejemplo, con un diámetro equivalente de 1 nm hasta 10 μm o hasta 5 μm . Preferiblemente, el fundente es insoluble en la matriz de aluminio o aleación de aluminio. Un fundente adecuado es al menos una sal inorgánica, que contiene preferiblemente F y al menos uno de Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Al, Zn o Sn, particularmente al menos uno de K, Li, Cs, Na o Al. Ejemplos de tales sales incluyen uno o más de fluoroaluminato de potasio como tetra-, penta- y hexafluoroaluminatos de potasio (KAlF₄, K₂AlF₅·H₂O, K₃AlF₆, etc.) y las sales antes citadas que también pueden contener especies de hidroxifluoro- u oxifluoroaluminio (AlF₂OH·H₂O, Al₂F₄O, AlF(OH)₂, AlFO, etc.). Otras posibles sales incluyen uno o más de fluoroaluminatos de sodio (Na₃AlF₆), fluoruros de cesio y aluminio (CsAlF₄, Cs₂AlF₅, etc.), silicofluoruros de potasio (K₂SiF₆, K₃SiF₇, etc.), fluoruros de zinc y álcalis (KZnF₃, etc.) y sales de fluoruro de potasio y estaño (KSnF₃, KSnF₅, K₂SnF₆, K₃SnF₇, etc.). Otras sales posibles incluyen AlF₃, NaF, KF, LiF, K₁₋₃AlF₄₋₆, Cs₁₋₃AlF₄₋₆, Li₃AlF₆ y Cs_xAl_yF₂. Cualquiera de las sales anteriores puede usarse sola o en mezclas. También pueden usarse hidratos de todas las sales antes citadas.

La capa de núcleo de la hoja de soldadura fuerte puede ser cualquier aleación de aluminio adecuada, en particular, una aleación de aluminio AA3XXX o AA6XXX, aunque también pueden considerarse aleaciones AA2XXX, AA7XXX y

AA8XXX. Ejemplos de aleaciones útiles incluyen aquellas que consisten en, en % en peso, ≤ 2 de Si, ≤ 2 de Fe, ≤ 3 de Cu, ≤ 2 de Mn, ≤ 1 de Mg, $\leq 0,5$ de cada uno de uno o más de Ti, Zr, Cr, V y Sn, siendo el resto aluminio y $\leq 0,05$ de cada uno y $\leq 0,15$ en total de impurezas inevitables.

5 Una hoja de soldadura fuerte de la invención comprende una capa de núcleo y al menos un revestimiento de soldadura fuerte como se describe en el presente documento, bien uno solo de dicho revestimiento de soldadura fuerte o uno de dicho revestimiento de soldadura fuerte en cada lado de la hoja de soldadura fuerte. El al menos un revestimiento de soldadura fuerte puede estar unido directamente a la capa de núcleo o a una capa intermedia dispuesta entre la capa de núcleo y el al menos un revestimiento de soldadura fuerte. Una hoja de soldadura fuerte de la invención también puede tener un revestimiento de soldadura fuerte como se describe en el presente documento en un lado de la capa de núcleo y uno o más revestimientos en el otro lado, tal como revestimiento de sacrificio de una aleación de aluminio menos noble. Tal revestimiento de sacrificio protege al núcleo contra corrosión y, por ejemplo, puede estar destinado a estar encarado al interior de un tubo formado de la hoja de soldadura fuerte.

10 El revenido adecuado en la condición de suministro depende del uso deseado y puede, por ejemplo, ser cualquiera de revenido O, F, H1X tal como H12, H14, H16 o H18, o H2X tal como H24 o H26, o revenido T4 o T6 en el caso de una aleación de endurecimiento por envejecimiento.

15 En la soldadura fuerte, la hoja de soldadura fuerte se calienta hasta una temperatura suficiente para fundir la aleación con carga, preferiblemente de 550 a 615°C. En caso de que la matriz de la capa de material compuesto de fundente sea una aleación con carga que tenga un punto de fusión por debajo de la temperatura de soldadura fuerte, también se fundirá y liberará el fundente para cumplir su propósito de alterar o disolver toda película de óxido presente en la hoja de soldadura fuerte. En caso de que la matriz de la capa de material compuesto de fundente sea de aluminio o de una aleación de aluminio que tenga una temperatura de fusión más alta, el Si que migra desde al menos una capa de aleación con carga reducirá la temperatura de fusión suficientemente para que la matriz se funda y se libere el fundente y también en este caso cumple su propósito.

20 Comparada con las hojas de soldadura fuerte que contienen fundente de la técnica anterior, como se describe por ejemplo, en el documento WO2013/180630 A1, se ha encontrado que la hoja de soldadura fuerte de la invención lleva a cabo una soldadura fuerte adecuada pero con una menor cantidad total de fundente que la esperada. El uso de la hoja de soldadura fuerte de la invención reduce de esta manera el consumo de fundente y también reduce la cantidad de fundente residual que queda después de la soldadura fuerte, por ejemplo, en el interior de los tubos que es difícil de limpiar. Además, la cantidad de aluminio o aleación de aluminio que contiene partículas de fundente requerida para producir la hoja de soldadura fuerte también es menor, lo que es altamente ventajoso puesto que dicho material es complicado de producir. Finalmente, la menor cantidad de aluminio o aleación de aluminio que contiene partículas de fundente reduce la cantidad de chatarra contaminada con fundente obtenida en el proceso de producción, chatarra que es complicada de reciclar.

25 La invención también está relacionada con un método para la fabricación de una hoja de soldadura fuerte como se describe en el presente documento. El método comprende las etapas de unir una capa de núcleo de una aleación de aluminio, una capa de aleación con carga que no contiene partículas de fundente, una capa de material compuesto de fundente de una matriz de aluminio o una aleación de aluminio, conteniendo dicha matriz partículas de fundente, y una capa de aluminio o aleación de aluminio que no contiene partículas de fundente que forma la superficie más externa de al menos un lado de la hoja de soldadura fuerte y la capa de material compuesto de fundente que están en posiciones entre dicha capa de aleación con carga y dicha capa de aluminio o aleación de aluminio, seguido por laminado para obtener una hoja de soldadura fuerte del calibre deseado. Con respecto a las composiciones y disposiciones preferidas de las capas, se hace referencia a la descripción anterior de la hoja de soldadura fuerte.

30 El material para la capa de material compuesto de fundente puede producirse por cualquier método adecuado para obtener una matriz de aluminio o una aleación de aluminio que contiene partículas de fundente. Métodos posibles incluyen obtener un cuerpo del material mediante conformado por pulverización como se describe en el documento WO2008/110808 A1, o sometiendo el polvo de aluminio o una aleación de aluminio y partículas de fundente a alta presión como se describe en los documentos EP552567 A1 o FR2855085 A1, particularmente Prensado Isostático en Caliente (HIP). Otros métodos posibles son la pulverización térmica, tal como pulverización con llama o pulverización con plasma, o tecnología de fabricación aditiva, tal como impresión 3D de metales. Dependiendo del tamaño y la forma geométrica del cuerpo resultante, puede extrudirse o trabajarse de cualquier otra forma adecuada para obtener una plancha o placa que, si se desea, puede laminarse en caliente y/o en frío hasta obtener el grosor deseado.

35 Los materiales para las capas de aleación con carga pueden colarse de cualquier manera convencional, por ejemplo, mediante colada por DC, y laminarse para obtener placas de grosor deseado. Además, el material para la capa de núcleo puede colarse de cualquier manera convencional, por ejemplo, mediante colada por enfriamiento directo (DC), para obtener una plancha de tamaño deseado.

40 En el método de la invención, pueden unirse una placa de un compuesto de fundente (es decir, aluminio o una aleación de aluminio que contiene partículas de fundente), una placa de una aleación con carga que no contiene partículas de fundente, una placa de una capa de aluminio o de aleación de aluminio que no contiene partículas de fundente (que puede o no ser una aleación con carga), y una plancha de una aleación de aluminio para el núcleo, seguido de

laminado para obtener una hoja de soldadura fuerte de calibre deseado.

Un método particularmente preferido de la invención comprende unir una capa de aleación con carga que no contiene partículas de fundente, una capa de material compuesto de fundente y una capa de aluminio o de aleación de aluminio que no contiene partículas de fundente (que puede o no ser una capa de aleación con carga), para obtener una la
 5 placa de revestimiento que comprende la capa de material compuesto de fundente entre dicha capa de aleación con carga y dicha capa de aluminio o de aleación de aluminio, y unir la placa de revestimiento a una plancha de una aleación de aluminio para el núcleo, seguido de laminado para obtener una hoja de soldadura fuerte de calibre deseado.

El laminado en la fabricación de la hoja de soldadura fuerte comprende preferiblemente laminado en caliente a una
 10 temperatura preferida de 350 a 550°C y con una reducción preferida de grosor de 90 a 99,5%, seguida de laminado en frío con una reducción preferida de grosor de 25 a 99% o de 50 a 99%.

Antes de laminar, la capa de material compuesto de fundente puede incluir secciones laterales dispuestas a lo largo
 15 de los bordes en la dirección de laminado en lados opuestos del compuesto de fundente que luego forma una sección central de la capa. Las secciones laterales son de un material diferente al del compuesto de fundente real y preferiblemente no contienen partículas de fundente. Cada sección lateral constituye preferiblemente de 1 a 20% o de 2 a 20%, lo más preferiblemente de 3 a 20% o de 3 a 10% de la anchura total (transversal a la dirección de laminado) de la capa de material compuesto de fundente. En una o varias etapas durante y/o después del proceso de laminado, se cortan los bordes de la hoja de soldadura fuerte paralelos a la dirección de laminado en el grado en que las
 20 secciones laterales se incluirán en la chatarra inevitable de bordes y, así, no formarán parte del producto final. Las secciones laterales pueden estar realizadas en aluminio o cualquier aleación de aluminio que tenga las propiedades mecánicas apropiadas para que el laminado pueda llevarse a cabo sin problemas significativos. Ejemplos de posibles aleaciones de aluminio incluyen AA4045 (en % en peso de 9,0-11,0 de Si, ≤0,8 de Fe, ≤0,30 de Cu, ≤0,05 de Mn, ≤0,05 de Mg, ≤0,10 de Zn, ≤0,2 de Ti, ≤0,05 de cada uno y ≤0,15 en total de otros elementos, siendo el resto Al), AA3003, AA1050, así como cualquier aleación idéntica o similar a la aleación usada para el núcleo de la hoja de
 25 soldadura fuerte o usada para cualquiera de las capas en el revestimiento de soldadura fuerte.

El uso de secciones laterales evita que cantidades significativas de fundente estén incluidas en la chatarra de los
 30 bordes descendente, lo que facilita el reciclaje de dicha chatarra. Para el mismo propósito, también es posible usar secciones del mismo material o material similar tal como secciones laterales para la cabeza y la cola de la capa de material compuesto de fundente, secciones que también se retirarán durante y/o después del proceso de laminado. Cada sección de cabeza y cola puede, antes del laminado, constituir preferiblemente de 3 a 20%, lo más preferiblemente de 4 a 10% de la longitud total (en la dirección de laminado) de la capa de material compuesto de fundente.

El método de fabricación de la hoja de soldadura fuerte también puede incluir otras etapas convencionales usadas
 35 habitualmente en la producción de hojas de soldadura fuerte de aluminio, tales como tratamientos térmicos, nivelación por estirado, corte, etc.

Un aspecto adicional de la invención está relacionado con a una placa de revestimiento que comprende una capa de
 40 material compuesto de fundente como se describe en el presente documento, al menos una capa de aleación con carga que no contiene partículas de fundente como se describe en el presente documento, y una capa de aluminio o de aleación de aluminio que no contiene partículas de fundente como se describe en el presente documento, donde la capa de material compuesto de fundente está situada entre dicha capa de aleación con carga y dicha capa de aluminio o aleación de aluminio. La placa de revestimiento puede comprender o consistir en una capa de material compuesto de fundente y dos o más capas que no contengan partículas de fundente, tal como dos capas de aleación con carga (en cuyo caso la capa de aluminio o de aleación de aluminio es preferiblemente una capa de aleación con carga), o una capa de aleación con carga y una capa de aleación sin carga. Por ejemplo, la placa de revestimiento
 45 puede comprender o consistir en una capa de aleación con carga en cada lado de la capa de material compuesto de fundente o una capa de aleación con carga y una capa de aleación sin carga en cada lado de la capa de material compuesto de fundente. La placa de revestimiento puede comprender adicionalmente una capa de una aleación de aluminio destinada a formar una capa intermedia en la hoja de soldadura fuerte final, por ejemplo, para cumplir el propósito de inhibir la migración de Si al núcleo durante la soldadura fuerte. Como se ha descrito antes, dicha placa de revestimiento es útil como producto intermedio en el método de fabricación de la hoja de soldadura fuerte de la
 50 invención.

La placa de revestimiento puede comprender secciones laterales y/o secciones de cabeza y cola de un material
 diferente del material compuesto de fundente descrito antes.

La placa de revestimiento tiene preferiblemente un grosor de 5 a 250 mm, lo más preferiblemente de 10 a 150 mm. La
 55 capa de material compuesto de fundente constituye preferiblemente de 2 a 80%, lo más preferiblemente de 5 a 50% o de 10 a 50% del grosor total de la placa de revestimiento. La capa o capas de aleación con carga constituyen preferiblemente la parte restante. La capa destinada a formar la superficie más externa de la hoja de soldadura fuerte final constituye preferiblemente de 2 a 20%, lo más preferiblemente de 4 a 15%, tal como de 5 a 15% o de 10 a 15% del grosor de la placa de revestimiento.

En lo que se refiere a materiales y composiciones adecuados y preferidos de las capas, se hace referencia a la descripción anterior de la hoja de soldadura fuerte.

La invención está relacionada adicionalmente con el uso de una hoja de soldadura fuerte de la invención para la fabricación de un producto con soldadura fuerte, tal como un intercambiador de calor.

- 5 Un producto con soldadura fuerte, en particular un intercambiador de calor con soldadura fuerte, elaborado formando una hoja de soldadura fuerte de la invención en partes de la forma deseada, ensamblando dichas otras partes opcionales requeridas, seguido de soldadura fuerte para unir las partes y obtener el intercambiador de calor. Preferiblemente, la soldadura fuerte se lleva a cabo sin fundente alguno además del fundente ya incluido en la hoja de soldadura fuerte.
- 10 La Figura 1 muestra esquemáticamente una forma de realización de una placa de revestimiento de acuerdo con la invención, mientras que la Figura 2 muestra esquemáticamente una forma de realización de una hoja de soldadura fuerte de acuerdo con la invención.

15 Haciendo referencia a la Figura 1, se muestra una sección transversal en la dirección de laminado de una placa de revestimiento. La placa de revestimiento comprende dos capas 1, 3 de aleación con carga dispuestas en cada lado de una capa 2 de material compuesto de fundente. De forma alternativa, una de las capas 1, 3, preferiblemente la capa 3 más delgada, puede ser una capa de aluminio o de aleación de aluminio sin carga. A lo largo de los bordes de la capa de material compuesto de fundente, secciones laterales 4 están dispuestas a lo largo de la dirección de laminado deseada. La capa 1 de aleación con carga está destinada a enfrentarse al núcleo de una hoja de soldadura fuerte, mientras que la capa 3 de aleación con carga más delgada (o capa de aluminio o de aleación de aluminio de aluminio sin carga) está destinada a constituir la superficie más externa de al menos un lado de una hoja de soldadura fuerte.

20 Haciendo referencia a la Figura 2, la hoja de soldadura fuerte comprende un núcleo 5 con un revestimiento de soldadura fuerte que tiene dos capas 1, 3 de aleación con carga dispuestas en cada lado de una capa 2 de material compuesto de fundente. De forma alternativa, la capa 3 más externa puede ser una capa de aluminio o de aleación de aluminio sin carga. La hoja de soldadura fuerte puede producirse uniendo una placa de revestimiento como la mostrada en la Figura 1, seguido de laminado y corte de los soportes laterales.

EJEMPLOS

La invención se describe adicionalmente en relación con los siguientes Ejemplos, que, sin embargo, no pretenden limitar el ámbito de la invención.

30 Materiales

En todos los ejemplos, se obtuvo una muestra de material de núcleo de AA3003 libre de Mg de una plancha no homogeneizada que tiene la composición: 0,14% en peso de Si, 0,50% en peso de Fe, 1,09% en peso de Mn, 0,12% en peso de Cu, siendo el resto Al e impurezas inevitables. El material de núcleo se precalentó con 80°C/hora hasta 400°C, 20°C/hora a 480°C y se empapó durante 2 horas antes de enfriar libremente en aire.

- 35 Las aleaciones con carga usadas para las capas de aleación con carga fueron AA4045 (Al con un 10% en peso de Si muestreado de una placa laminada por ruptura en caliente) o AA4343 (Al con un 7,8% en peso de Si de una placa parcialmente laminada en caliente).

40 En los Ejemplos 1 y 2, el material para la capa de material compuesto de fundente se obtuvo de una muestra de un cuerpo preparado mediante conformado por pulverización según el documento WO2008/110808, seguido de extrusión y laminado en frío en laboratorio. La aleación de aluminio para la matriz de la capa de material compuesto de fundente fue AA4045 y el fundente fue AlK₄.

45 En los Ejemplos 3 y 4, las muestras de los materiales para la capa de material compuesto de fundente se tomaron de cuerpos preparados por Prensado Isostático en Caliente (HIP) de mezclas de polvo de metal y Nocolok® 100, un polvo de fundente basado en fluoroaluminato de potasio. Se modificó la composición química del metal y la cantidad de fundente. Los polvos de metal se produjeron mediante atomización con gas usando argón, dando un diámetro medio de partículas de polvo de aproximadamente 100 µm. Los polvos de aleación y fundente se mezclaron cuidadosamente para proporcionar mezclas homogéneas llenadas en botes de aluminio cilíndricos que se cerraron herméticamente a vacío. El prensado isostático en caliente se llevó a cabo a una temperatura de 500°C a una presión de 1 x 10⁵ kPa (1000 Bar) durante 6 horas. Después de realizar el HIP, se extrajeron los botes y se extruyó el material denso y se laminó en frío en laboratorio por el mismo procedimiento que el material formado por pulverización en los Ejemplos 1 y 2.

55 Se probó una hoja de revestimiento de 0,5 mm de grosor que consistía en revestimiento de material de núcleo AA3003 libre de Mg con AA4045 normal con una relación de revestimiento al 10% como material de referencia en la soldadura fuerte usando el ángulo en el cupón de prueba. En la prueba mini-HEX (véase pruebas de Soldadura fuerte) una aleta de aleación de Al ondulada corrugada de 70 µm que contiene, en % en peso, 0,8 de Si, 0,23 de Fe, 1,62 de Mn, 1,5 de Zn y 0,12 de Zr.

Producción de lotes de revestimiento

Los materiales de núcleo se laminaron en frío en el laboratorio hasta obtener un calibre adecuado para el laminado de lotes, es decir, la aplicación en el laminador de capas adicionales de aleación metálica para proporcionar una hoja metálica laminada. A continuación, se trataron térmicamente los núcleos a una temperatura de 250°C.

- 5 Las capas de aleación con carga se fabricaron a partir de piezas de AA4343 y AA4045 que se laminaron en frío hasta obtener calibres adecuados para el laminado de lotes de revestimiento y luego se termotrataron a una temperatura de 380°C. El material para la capa de material compuesto de fundente se laminó en frío hasta calibres adecuados para el laminado de lotes de revestimiento y luego se termotrataron a una temperatura de 380°C. Las placas de revestimiento se elaboraron combinando la capa de material compuesto de fundente con una o varias capas de aleación con carga usando un laminador de laboratorio de revestimiento en frío hasta un grosor adecuado para el laminado de lotes y luego se termotrataron a una temperatura de 380°C.

Las placas de revestimiento y los núcleos se unieron entre sí usando un laminador de revestimiento en frío y se laminaron hasta los calibres finales. Finalmente, las muestras revestidas se recocieron parcialmente a una temperatura de 250°C hasta revenido de H24.

- 15 Las composiciones químicas y el grosor de los revestimientos se determinaron usando espectroscopia de emisión óptica de descarga luminiscente (GDOES) y microscopía óptica de luz. La cantidad de fundente se expresa como la cantidad de $AlKF_4$ y está basada en la medición del contenido de K.

Pruebas de soldadura fuerte

- 20 Dependiendo del grosor total del material, se usaron dos pruebas diferentes de soldadura fuerte basadas en dos geometrías de prueba diferentes. Se elaboró un modelo de intercambiador de calor en miniatura (mini-HEX) y se probó la soldadura fuerte, o se utilizó la prueba denominada ángulo sobre cupón (AOC) en la soldadura fuerte. No se aplicó ningún fundente adicional en ninguna muestra.

- 25 En la prueba de ángulo sobre cupón, el material de revestimiento de acuerdo con la invención se utilizó como un cupón plano sobre el que se unió un ángulo con curvatura de 90° realizado en AA3003 sin Mg. Estas pruebas se realizaron en un horno de soldadura fuerte de vidrio. La velocidad de calentamiento desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de soldadura fuerte de 600°C fue lineal a 60°C/min, seguida de un empapado de 1 min a temperatura y finalizó enfriando en aire. El caudal de gas nitrógeno se ajustó a 11 litros normales/min (SLM).

- 30 Por razones prácticas de manipulación de muestras y para simular una situación real con un mejor contacto entre las superficies que en la soldadura fuerte de ángulo sobre cupón, se utilizaron hojas de soldadura fuerte de cada una de las muestras 7-12 preparadas en el Ejemplo 1 (es decir, las muestras más delgadas) como materia prima para tubos para fabricar un mini-HEX. El mini-HEX se elaboró a partir de dos hojas de materia prima para tubos paralelas según la invención con una anchura de 16 mm y una longitud de 200 mm y una aleta corrugada dispuesta entre las placas. El lote se mantuvo unido usando un accesorio adecuado. La soldadura fuerte se realizó en un horno CAB por lotes con una atmósfera que tenía <50 ppm de O_2 y un punto de rocío de <-40°C. El ciclo de calentamiento comprendía calentar desde temperatura ambiente hasta 600°C en 15 minutos y empapado durante 3 minutos a esta temperatura antes de enfriar hasta temperatura ambiente de nuevo.

- 40 Se elaboraron cuatro piezas de todas las muestras. Todas las uniones realizadas con soldadura fuerte se inspeccionaron en busca de puntos y otros tipos de defectos y los resultados de la soldadura fuerte se clasificaron en una escala de 1-5. La puntuación mejor es 1, que significa humectación inmediata al fundirse la carga y excelentes uniones libres de defectos, 2 significa humectación y formación de uniones ligeramente más lentas, pero uniones todavía libres de defectos, 3 significa tiempo de humectación, pero uniones aceptables con pocos defectos que son de carácter estético, 4 significa que una o más piezas tuvieron uniones defectuosas y 5 significa ausencia de unión.

EJEMPLO 1 (INVENCION)

- 45 Se elaboraron placas de revestimiento con tres capas usando una aleación con carga de AA4045 como capa de cubierta (la capa de aleación con carga que constituye la superficie más externa de la hoja de soldadura fuerte final) y una capa base (capa de aleación con carga enfrentada al núcleo en la hoja de soldadura fuerte) y una capa de material compuesto de fundente con AA4045 como matriz dispuesta entre las capas de cubierta y base. Las placas de revestimiento de tres capas resultantes se unieron a los núcleos como se ha indicado antes. La matriz de muestra se aprecia en la Tabla 1 y varía el calibre de producto, el calibre de revestimiento, la relación de revestimiento de la capa de material compuesto de fundente y, por tanto, el calibre de la capa de material compuesto de fundente, la carga de fundente y la cantidad total de aleación con carga. Esto crea una variación en la cantidad de fundente disponible y en la carga de fundente, así como la distancia de difusión a la interfase óxido/metal.

- 55 La muestra de referencia no proporcionó uniones con soldadura fuerte, mientras que todas las muestras de acuerdo con la invención, con una carga de fundente de tan solo 0,05 g/m² comparada con los 2-5 g/m² generalmente recomendados en la producción comercial, proporcionaron uniones que se consideraron al menos aceptables y más frecuentemente se consideraron muy buenas.

Tabla 1

Muestra	Calibre total [mm]	Calibre de revestimiento [µm]	Calibre de la capa de material compuesto fundente [µm]	Proporción aproximada de cubierta:compuesto fundente:base	Carga de fundente [g/m ²]	Prueba de soldadura fuerte	Puntuación resultante de la soldadura fuerte
1	0,5	56	6	1:1:8	0,29	AOC	1
2	0,5	51	12	1:2:7	0,77	AOC	1
3	0,5	52	14	1:3:6	1,22	AOC	1
4	0,35	38	4	1:1:8	0,24	AOC	1-2
5	0,35	37	8	1:2:7	0,50	AOC	1
6	0,35	36	11	1:3:6	0,81	AOC	1
7	0,2	23	3	1:1:8	0,11	mini-HEX	2-3
8	0,2	23	5	1:2:7	0,31	mini-HEX	1
9	0,2	21	6	1:3:6	0,56	mini-HEX	1
10	0,1	11	2	1:1:8	0,05	mini-HEX	3
11	0,1	10	3	1:2:7	0,14	mini-HEX	2-3
12	0,1	10	3	1:3:6	0,21	mini-HEX	2
Referencia	0,5	50	0	0:0:10	0	AOC	5

EJEMPLO 2 (COMPARATIVO)

- 5 Se elaboraron placas de revestimiento de dos capas que consistían en una capa de material compuesto de fundente como en el Ejemplo 1 combinada con una capa de aleación con carga de AA4343 para formar un revestimiento de dos capas sobre un núcleo. Las hojas de soldadura fuerte se elaboraron con diferentes proporciones del revestimiento de soldadura fuerte realizado por la capa de material compuesto de fundente. También se realizaron comparaciones entre las hojas de soldadura fuerte con la capa de material compuesto de fundente del revestimiento enfrenteado a la superficie de núcleo (denominada como “núcleo”) y hojas de soldadura fuerte con la capa de material compuesto de fundente que constituye la superficie más externa (denominada “aire”).

15 La denominación de muestras y la constitución, así como los resultados de la soldadura fuerte se muestran en la Tabla 2. Al comparar los resultados de las Tablas 1 y 2, parece que para muestras con una carga de fundente similar, los revestimientos de soldadura fuerte de tres capas en el Ejemplo 1 dieron mejores resultados de la soldadura fuerte que los dos revestimientos de soldadura fuerte de la capa del Ejemplo 1. También parece que se obtuvieron resultados de la soldadura fuerte ligeramente mejores cuando la capa de material compuesto de fundente no formó la superficie exterior de la hoja de soldadura fuerte.

Tabla 2

Muestra	Calibre total [mm]	Calibre de revestimiento total [µm]	Proporción aproximada de material compuesto de fundente:AA4343	Calibre de la capa de material compuesto fundente [µm]	Carga de fundente [g/m ²]	Prueba de soldadura fuerte	Puntuación resultante de la soldadura fuerte
13	0,3	29	1:0	29	3,35	AOC	1
14 aire	0,3	32	6:4	16	1,67	AOC	2-3
15 aire	0,3	33	4:6	12	1,54	AOC	2-3
16 aire	0,3	29	3:7	8	1,08	AOC	3-4
17 aire	0,3	29	2:7	5	0,56	AOC	4-5
18 aire	0,3	29	1:7	3	0,19	AOC	5
19 núcleo	0,3	32	8:2	22	1,84	AOC	2
20 núcleo	0,3	28	6:4	13	1,12	AOC	2
21 núcleo	0,3	31	4:6	11	0,89	AOC	2
22 núcleo	0,3	28	3:7	8	0,47	AOC	3
23 núcleo	0,3	29	2:7	8	0,39	AOC	3
24 núcleo	0,3	30	1:7	8	0,23	AOC	4
Referencia	0,5	50	0:1	0	0	AOC	5

EJEMPLO 3 (INVENCIÓN)

5 Se elaboraron placas de revestimiento y se unieron a núcleos de AA3003 del mismo modo que en el Ejemplo 1, con la excepción de los materiales para la capa de material compuesto de fundente que se habían preparado por HIP de varias cantidades de polvo de fundente y polvo metálico de varias aleaciones de aluminio. Cada placa de revestimiento consistía en 10% de capa de cubierta AA4045, 10% de material compuesto de fundente y 80% de capa base AA4045. El calibre total de las hojas de soldadura fuerte resultantes fue de 0,3 mm, con un revestimiento de soldadura fuerte de 30 µm consistente en aproximadamente 3 µm de aleación con carga de cubierta, 3 µm de material compuesto de fundente y 24 µm de aleación con carga base, en un núcleo AA3003 de 270 µm. Las pruebas de la soldadura fuerte de AOC se realizaron como en el Ejemplo 1. La composición de la aleación en % en peso para los materiales compuestos de fundente usados y los resultados de la soldadura fuerte aparecen en la Tabla 3 a continuación:

Tabla 3

N.º	Si	Fe	Mn	Cu	Mg	Zn	Zr	Cr	V	Ti	Carga de fundente [g/m ²]	Puntuación resultante de la soldadura fuerte
1	8	0,20			≤0,01						0,41	1
2	3,8	0,10			≤0,01						0,87	2
3	8	0,20			≤0,01						0,19	2
4	10	0,20			≤0,01						1,01	1
5	10	0,20			≤0,01						1,16	1
6	12,7	0,20			≤0,01						1,38	1
7	14,6	0,20			≤0,01						0,33	1
8	8,0	0,47	0,50	0,18	0,02						0,37	1
9	8,0	0,53	1,01	0,40	0,02						0,40	2
10	8,0	0,54	1,53	0,57	0,03		0,10	0,10	0,11	0,11	0,40	4
11	7,9	0,96	2,31		0,03		0,19	0,24	0,28	0,23	0,36	5
12	7,9	0,18			0,25						0,39	4-5)
13	8	0,20			0,4						0,32	5
14	9,7	0,21			≤0,01	0,97					0,36	1
15	9,8	0,21			≤0,01	4,1					0,45	1
16	10,1	0,20			≤0,01	8,0					0,42	1

Además de los elementos indicados en la Tabla, el resto fue de aluminio y ≤0,05 cada uno y ≤0,15% en total de impurezas inevitables.

15 EJEMPLO 4 (INVENCIÓN)

20 Se preparó una placa de revestimiento y se unió a núcleos de AA3003 de la misma forma que en el Ejemplo 3, con la excepción de la aleación de cubierta que era AA1050 (0,19% en peso de Si, 0,22% en peso de Fe, el resto de Al e impurezas inevitables). La capa base fue AA4045 como en el Ejemplo 1 y el material compuesto de fundente fue el mismo que en el N.º 1 en la Tabla 3. La carga de fundente fue 0,4 g/m² y el resultado de la misma prueba de soldadura fuerte como en el Ejemplo 3 se puntuó como 2.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Hoja de soldadura fuerte que comprende una capa de núcleo y un revestimiento de soldadura fuerte, siendo dicha capa de núcleo de aluminio o una aleación de aluminio, comprendiendo dicho revestimiento de soldadura fuerte (a) una capa de material compuesto de fundente, capa de material compuesto de fundente que comprende una matriz de aluminio o una aleación de aluminio, conteniendo dicha matriz partículas de fundente; (b) una capa de aleación con carga que no contiene partículas de fundente; y (c) una capa de aluminio o de aleación de aluminio que no contiene partículas de fundente, formando dicha capa la superficie más externa de al menos un lado de la hoja de soldadura fuerte, donde la capa (a) de material compuesto de fundente está situada entre dicha capa (b) de aleación con carga y dicha capa (c) de aluminio o de aleación de aluminio.
- 10 2. Hoja de soldadura fuerte según la reivindicación 1, donde la capa (c) de aluminio o de aleación de aluminio que forma la superficie más externa de al menos un lado de la hoja de soldadura fuerte es una capa de aleación con carga.
3. Hoja de soldadura fuerte según la reivindicación 1, donde la capa (c) de aluminio o de aleación de aluminio que forma la superficie más externa de al menos un lado de la hoja de soldadura fuerte es una capa de aluminio o de aleación de aluminio sin carga.
- 15 4. Hoja de soldadura fuerte según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde la al menos una capa de aleación con carga es una aleación de aluminio que comprende de 2 a 15% en peso de Si.
5. Hoja de soldadura fuerte según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde la matriz en la capa de material compuesto de fundente es aluminio o un aluminio AA1XXX, AA2XXX, AA3XXX, AA4XXXX, AA7XXXX, o AA8XXX.
- 20 6. Hoja de soldadura fuerte según la reivindicación 5, donde la matriz en la capa de material compuesto de fundente es una aleación con carga.
7. Hoja de soldadura fuerte según la reivindicación 5, donde la matriz en la capa de material compuesto de fundente es aluminio o una aleación de aluminio sin carga.
8. Hoja de soldadura fuerte según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, donde la cantidad de Mg en la matriz de la capa de material compuesto de fundente es $\leq 0,3\%$ en peso.
- 25 9. Hoja de soldadura fuerte según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, donde el fundente es al menos una sal orgánica que comprende F y al menos uno de Li, Na, K, Rb, Cs, Fr, Al, Zn o Sn.
10. Hoja de soldadura fuerte según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, donde el contenido de fundente en la capa de material compuesto de fundente es de 1 a 20% en peso.
- 30 11. Método para la fabricación de una hoja de soldadura fuerte según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, comprendiendo el método las etapas de unir una capa de núcleo de una aleación de aluminio, una capa de aleación con carga que no contiene partículas de fundente, una capa de material compuesto de fundente de una matriz de aluminio o una aleación de aluminio, conteniendo dicha matriz partículas de fundente y una capa de aluminio o aleación de aluminio que no contiene partículas de fundente que forman la superficie más externa de al menos un lado de la hoja de soldadura fuerte y estando la capa de material compuesto de fundente dispuesta entre dicha capa de aleación con carga y dicha capa de aluminio o de aleación de aluminio, seguido por el laminado para obtener una hoja de soldadura fuerte del calibre deseado.
- 35 12. Placa de revestimiento útil como un producto intermedio en la fabricación de una hoja de soldadura fuerte según la reivindicación 1, comprendiendo dicha placa de revestimiento una capa de material compuesto de fundente como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5-10, al menos una capa de aleación con carga como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 4, y una capa de aluminio o de aleación aluminio que no contiene partículas de fundente como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde la capa de material compuesto de fundente está situada entre dicha capa de aleación con carga y dicha capa de aluminio o de aleación de aluminio.
- 40 13. Placa de revestimiento según la reivindicación 12, donde la capa de material compuesto de fundente incluye secciones laterales dispuestas a lo largo de los bordes en la dirección de laminación deseada en lados opuestos del material compuesto de fundente de un material diferente al material compuesto de fundente.
- 45 14. Uso de una hoja de soldadura fuerte según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10 para la fabricación de un producto con soldadura fuerte.

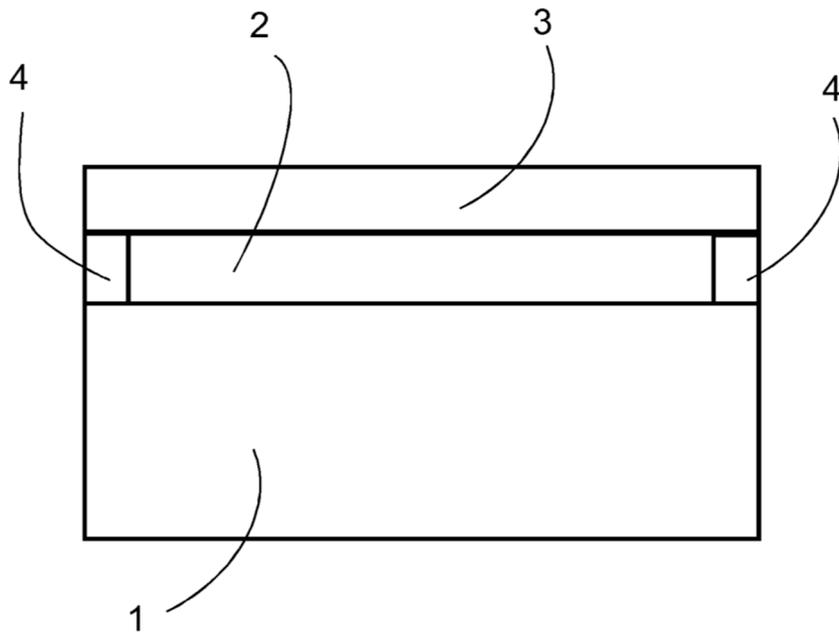


Fig. 1

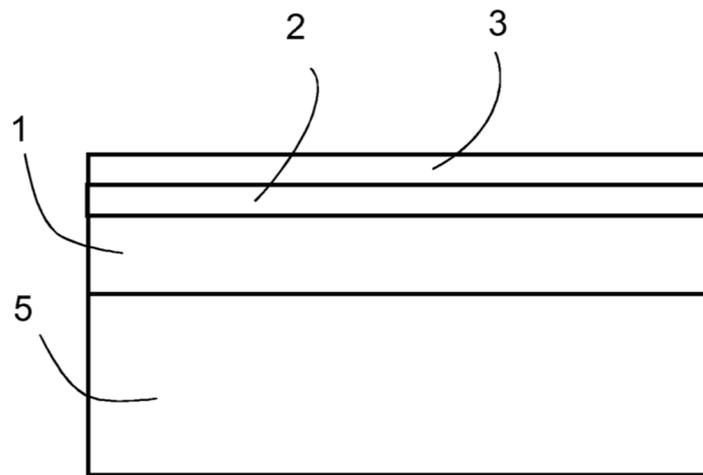


Fig. 2