

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 267**

51 Int. Cl.:

B23K 35/00 (2006.01)
B23K 35/02 (2006.01)
B23K 35/28 (2006.01)
B23K 35/38 (2006.01)
B32B 15/01 (2006.01)
C22C 21/02 (2006.01)
F28F 21/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2010 E 10765694 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.12.2014 EP 2477783**

54 Título: **Chapa de soldadura fuerte de aluminio**

30 Prioridad:

17.09.2009 SE 0950678
09.04.2010 SE 1050352

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2015

73 Titular/es:

GRÄNGES SWEDEN AB (100.0%)
612 81 Finspång, SE

72 Inventor/es:

ABRAHAMSSON, DAVID;
WESTERGÅRD, RICHARD y
STENQVIST, TORHEL

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 530 267 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

Chapa de soldadura fuerte de aluminio.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una chapa de soldadura fuerte de aluminio multicapa mejorada que comprende un material de núcleo cubierto con una aleación de soldadura fuerte como capa intermedia, y una capa de cobertura externa. La invención también se refiere a un intercambiador de calor que comprende dicha chapa mejorada de soldadura fuerte de aluminio multicapa.

Antecedentes

10 La presente invención se refiere a materiales de chapa para unión, por medio de soldadura fuerte de materiales de aluminio, en una atmósfera inerte o reductora, sin necesidad de aplicar un fundente para romper, disolver o desalojar la capa de óxido superficial.

15 Un reto actual consiste en la fabricación de materiales y componentes para la industria de intercambio de calor con el menor coste final posible y la calidad más elevada posible. Una tecnología comúnmente usada en la producción de intercambiadores de calor es la soldadura fuerte en atmósfera controlada, que normalmente consiste en nitrógeno con las menores cantidades posibles de impurezas oxidantes. Este proceso se conoce como soldadura fuerte en atmósfera controlada ("CAB") e implica la aplicación de un fundente basado en Al-K-F sobre las superficies objeto de unión antes de la soldadura fuerte. El fundente rompe o disuelve la capa de óxido superficial del metal de relleno para facilitar la humectación entre las superficies de mateado y evita la formación de nuevos óxidos durante la formación de la junta. No obstante, los residuos de fundente posteriores a la soldadura fuerte se consideran cada vez más perjudiciales para el intercambiador de calor ya que pueden desprenderse de las superficies de aluminio sometidas a soldadura fuerte y colapsar los conductos internos, evitando de este modo un uso eficaz del intercambiador de calor. También se sospecha que el uso de un fundente en algunos casos favorece la corrosión y la erosión y conduce a unidades menos eficaces y, en algunos casos extremos, a fallo prematuro de la unidad. Aparte de la función puramente relacionada con los inconvenientes de uso del fundente, el impacto del fundente y la acción del fundente sobre, por ejemplo, el ambiente de trabajo, coste, inversión en cuanto a hardware relativo a la soldadura fuerte y su mantenimiento, energía y ambiente natural, es importante.

25 Para producir intercambiadores de calor que usan CAB sin aplicación de fundente, es necesario el desarrollo de nuevos materiales que hagan posible la formación de las juntas de soldadura fuerte sin retirar la capa de óxido de las superficies de la aleación de aluminio.

30 Todas las designaciones de aleaciones y sustancias modificadoras usadas posteriormente se refieren a los Patrones de Designación de la Asociación de Aluminio y a los Datos y Registros tal y como se publica por parte de la Asociación de Aluminio en 2007.

35 La patente EP 1306207B1 describe una aleación de soldadura fuerte de aluminio apropiada para la soldadura fuerte en un gas inerte sin el uso de un fundente. La presente invención está basada en una chapa de soldadura fuerte de multicapa, donde el material externo es una capa de cobertura que cubre una aleación basada en Si-Al que contiene de un 0,1 % a un 0,5 % en peso de Mg y de un 0,01 a un 0,5 % en peso de Bi, y un material de núcleo. Durante la etapa de elevación de temperatura de un ciclo de soldadura fuerte, en primer lugar la capa de Al-Si intermedia comienza a fundirse y se expande volumétricamente para romper la capa de cobertura fina, permitiendo que el metal de relleno fundido se infiltre a través de las fisuras y sobre la superficie de la chapa de soldadura fuerte.

40 En el documento WO 2008/155067A1, se divulga un método similar para soldadura fuerte sin fundente. Este método difiere del anterior por medio del uso de un contenido de Mg en la aleación de soldadura fuerte dentro del intervalo de 0,01 a 0,09 % en peso. También, es necesario un contenido reducido de Mg en el material de núcleo (preferentemente menor que 0,015 % en peso) para el funcionamiento de la presente invención.

Sumario de la invención

45 Los métodos para soldadura fuerte sin fundente disponibles en la técnica anterior tienen una restricción ya que requieren la presencia de Bi en la capa de aleación de soldadura fuerte. En muchas circunstancias, se considera Bi una impureza y, por tanto, puede constituir un problema en la manipulación de fragmentos procedentes del proceso de producción. Existe también el deseo de mejorar el proceso de soldadura fuerte.

50 El objetivo de la presente invención es proporcionar una chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio que se pueda soldar de manera fuerte en una atmósfera inerte o reductora, sin necesidad de aplicar un fundente, lo que da como resultado juntas de soldadura fuerte mejoradas, y proporciona un fragmento más limpio, es decir, es menos peligroso en cuanto a la manipulación el fragmento.

El objetivo se logra por medio de la chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de multicapa de acuerdo con la reivindicación 1. Las realizaciones se definen por medio de las reivindicaciones adjuntas.

Las demandas de principalmente la industria de automóvil están creciendo, con respecto a la cantidad de fundente residual que se permite en un sistema de intercambio de calor. Es difícil y costoso aplicar cantidades de fundente pequeñas y repetibles sobre áreas localizadas sobre las superficies internas de un intercambiador de calor para formar repetidamente juntas internas de alta calidad y la presente invención proporciona una clara ventaja en ese aspecto de la producción de intercambiadores de calor. Debido a que no está presente ningún fundente sobre las superficies exteriores del intercambiador de calor se evita cualquier dificultad con respecto al despegado del residuo de fundente que pudiera penetrar por ejemplo en el compartimiento del vehículo correspondiente al pasajero.

Existe también una ventaja clara en cuanto a coste deseable en las unidades de intercambio de calor para soldadura fuerte sin el uso de fundente, ya que se elimina no solo el coste del propio fundente, sino también se acorta el tiempo de conducción a través del horno, se permite un menor coste de mano de obra y se libera espacio en la factoría, se disminuye la demanda de mantenimiento del soporte físico de la soldadura fuerte y se reducen las demandas de preparación previa. También, se tienen beneficios importantes con un mejor entorno de trabajo para las personas, menor eliminación de residuos sólidos y agua residual procedentes del sistema de fundente y cantidades menores de efluentes gaseosos nocivos procedentes del proceso de soldadura fuerte.

La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de la presente invención consiste en un núcleo basado en aluminio, cubierto sobre uno o dos lados por una aleación de soldadura fuerte de tipo Al-Si como capa intermedia, donde dicha capa intermedia posteriormente está cubierta por una capa de cobertura externa que consiste en una aleación basada en aluminio carente de Mg con adición de Bi. La temperatura de los líquidos de la aleación de soldadura fuerte de Al-Si intermedia es menor que la temperatura de los sólidos del núcleo y la capa de cobertura fina, lo que hace posible que la capa de soldadura fuerte intermedia rompa la capa de cobertura durante la soldadura fuerte debido a la expansión volumétrica, y posibilita que el metal de relleno fundido se infiltre a través de la capa de cobertura, humecte cualquier contra-superficie y forme una junta.

A continuación se describe la invención en forma de chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de multicapa en la cual tiene lugar la soldadura fuerte en un lado de la chapa. No obstante, se puede usar la invención para crear juntas de soldadura fuerte sobre ambos lados del núcleo, en cuyo caso la chapa de soldadura fuerte estará formada por cinco capas. También se puede cubrir un lado por medio de una capa de aleación de aluminio con un potencial de corrosión menor que el material de núcleo. También, se puede insertar una capa de aleación de aluminio ubicada entre el núcleo y la capa protectora, con el fin de proporcionar un impedimento de difusión para producir la aleación de los elementos del núcleo y la capa protectora y, de este modo, reducir la mezcla entre ellos. En ese caso, la chapa de soldadura fuerte contiene seis o siete capas si se necesita la capa de aleación de difusión sobre uno o ambos lados de la aleación de núcleo.

Descripción detallada de la invención

La presente invención proporciona un producto de chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio que comprende: un material de núcleo cubierto por una aleación de Al-Si como capa intermedia y una capa de cobertura de aluminio que contiene Bi para mejorar el rendimiento de soldadura fuerte, donde dicho material de núcleo y la capa de cobertura tienen una temperatura de fusión más elevada que la aleación de soldadura fuerte intermedia.

La temperatura del líquido de la aleación intermedia de soldadura fuerte de Al-Si es menor que la temperatura del sólido del núcleo y la capa de cobertura fina, lo que posibilita que dicha capa intermedia de soldadura fuerte rompa la capa de cobertura durante la soldadura fuerte debido a expansión volumétrica, y posibilita que el metal fundido de relleno se infiltre a través de la capa de cobertura y forme una junta con los materiales circundantes con contacto con la superficie de dicha capa de cobertura.

Dicha aleación de soldadura fuerte de Al-Si contiene de un 0,01 a un 5 % en peso de Mg, preferentemente de un 0,05 a un 2,5 % en peso de Mg. Del modo más preferido, el contenido de Mg es de un 0,1 a un 2,0 % en peso de Mg, con el fin de obtener una relación óptima de dureza de la aleación de soldadura fuerte y la aleación de núcleo, y un contenido de menos que 1,5 % en peso de Bi, preferentemente menos que un 0,5 % en peso de Bi y del modo más preferido menos que un 0,2 % en peso de Bi. La capa externa de cobertura fina contiene de un 0,01 a 1,0 % en peso de Bi, más preferentemente de un 0,05 a un 0,7 % en peso de Bi. Del modo más preferido, la aleación de soldadura fuerte contiene de un 0,07 a un 0,3 % en peso de Bi, con el fin de obtener una buena soldadura fuerte y evitar costes innecesarios.

La adición de Bi a la capa externa fina de acuerdo con la presente invención mejora la formación de juntas, de manera que se forma la junta de manera más rápida y tiene un tamaño más grande. La presencia de Bi en la capa de cobertura fina también reduce la necesidad de cantidades grandes de aleación de Bi en la aleación intermedia de soldadura fuerte, y se puede eliminar de manera conjunta el Bi en la aleación intermedia de soldadura fuerte. Esto proporciona un ahorro en el uso de Bi y reduce la cantidad de fragmentos que contienen Bi. También reduce el riesgo de corrosión intergranular debido al Bi que penetra en la aleación de núcleo junto con, por ejemplo, las fronteras de grano tanto durante la producción de la chapa de soldadura fuerte como también durante la soldadura fuerte. Como ventaja añadida, el moldeo de esta aleación se puede llevar a cabo en un horno pequeño individual lo que reduce el riesgo de contaminación cruzada de Bi. También es importante que el contenido de Mg de la capa de cobertura fina se mantenga bajo, con el fin de evitar la formación de una película de oxidación sobre la superficie

ES 2 530 267 T3

durante el calentamiento para la soldadura fuerte, preferentemente por debajo de un 0,05 % en peso, y del modo más preferido no existe nada de Mg en la capa de cobertura fina.

5 Se puede escoger la cantidad de Si en la aleación intermedia de soldadura fuerte de Al-Si para que se adapte al proceso especial de soldadura fuerte deseado y esté normalmente entre 5 y 14 % en peso de Si, pero preferentemente se usa de 7 a 13 % en peso de Si e incluso más preferentemente 10-12,5 % en peso de Si. Un contenido de Si en la parte superior del intervalo de Si proporciona fluidez suficiente del relleno fundido incluso después de que la capa de cobertura se haya disuelto y, de este modo, se reduce la concentración de Si en la fase fundida. La adición de Mg a la aleación de soldadura fuerte de Al-Si resulta crítica para romper la capa de óxido de la superficie y proporcionar humectación a la contra-superficie, así como la adición de Bi a la capa de cobertura fina para proporcionar un mejor rendimiento de soldadura fuerte.

10 De este modo, la aleación de soldadura fuerte de Al-Si contiene

Si	de 5 a 14 % en peso, preferentemente de 7 a 13 % en peso, más preferentemente de 10-12,5 % en peso
Mg	de 0,01 a 5 % en peso, preferentemente de 0,05 a 2,5 % en peso, más preferentemente de 0,1 a 2,0 % en peso
Bi	≤ 1,5 % en peso, preferentemente de 0,05 a 0,5 % en peso, del modo más preferido de 0,07 a 0,2 % en peso
Fe	≤ 0,8 % en peso
Cu	≤ 0,3 % en peso
Mn	≤ 0,15 % en peso
Zn	≤ 4 % en peso
Sn	≤ 0,1 % en peso
In	≤ 0,1 % en peso
Sr	≤ 0,05 % en peso, e

impurezas inevitables, cada una en cantidades de menos que 0,05 % en peso, y un contenido total de impurezas de menos que 0,2 % en peso, consistiendo el resto en aluminio.

15 Zn, Sn e In disminuyen el potencial de corrosión de las aleaciones de aluminio. Sr es un potente modificador para lograr un tamaño pequeño de partícula de Si. La aleación de soldadura fuerte de Al-Si también puede estar libre de Bi, donde el contenido total de Bi de la chapa de aleación de soldadura fuerte se reduce de manera adicional.

20 Se puede usar la chapa de soldadura fuerte de la presente invención con cualquier material de núcleo de chapa de soldadura de aluminio. Un material de núcleo apropiado puede ser cualquier aleación de la serie AA3xxx. Sorprendentemente, se ha encontrado en la presente invención que la formación de juntas en los trabajos de soldadura fuerte funciona bien, incluso con Mg añadido a la aleación de núcleo, lo que significa que no se requiere que el material de núcleo necesariamente tenga un contenido bajo de Mg.

Además, la aleación de núcleo puede contener

Mn	0,5 - 2,0 % en peso
Cu	≤ 1,2 % en peso
Fe	≤ 1,0 % en peso
Si	≤ 1,0 % en peso
Ti	≤ 0,2 % en peso
Mg	≤ 2,5 % en peso, preferentemente 0,03-2,0 % en peso
Zr, Cr, V y/o Sc	≤ 0,2 % en peso, e

impurezas inevitables, cada una en cantidades de menos que 0,05 % en peso, y un contenido total de impurezas de menos que 0,2 % en peso, consistiendo el resto en aluminio.

5 La capa de cobertura fina que consiste en una aleación de aluminio, que tiene un punto de fusión más elevado que el punto de fusión del metal intermedio de soldadura fuerte de Al-Si, necesita estar libre de Mg para evitar la formación de óxidos de magnesio sobre la superficie. Por tanto, la capa de cobertura fina preferentemente tiene un contenido de Mg menor que 0,05 % en peso, y más preferentemente menor que 0,01 % en peso. El caso más preferido es en el que no se añade Mg de forma intencionada a la aleación.

La composición química del material de cobertura fino comprende,

Bi	de 0,01 a 1,0 % en peso, preferentemente de 0,05 a 0,7 % en peso y más preferentemente de 0,07 a 0,5 % en peso
Mg	≤ 0,05 % en peso, preferentemente ≤ 0,01 % en peso, más preferentemente 0 %
Mn	≤ 1,0 % en peso
Cu	≤ 1,2 % en peso
Fe	≤ 1,0 % en peso
Si	≤ 4,0 % en peso, preferentemente ≤ 2 % en peso
Ti	≤ 0,1 % en peso
Zn	≤ 6 % en peso, Sn ≤ 0,1 % en peso, In ≤ 0,1 % en peso, e

10 impurezas inevitables, cada una en cantidades de menos que 0,05 % en peso, y un contenido total de impurezas de menos que 0,2 % en peso, consistiendo el resto en aluminio.

Se puede incluir Zn, Sn e In para disminuir el potencial de corrosión de la aleación y para contribuir a crear un gradiente apropiado de potencial de corrosión después de la soldadura fuerte, a través del espesor de la chapa.

De acuerdo con una realización, la composición química del material de cobertura fino comprende

Bi	de 0,01 a 1,0 % en peso, preferentemente de 0,05 a 0,7 % en peso y más preferentemente de 0,07 a 0,5 % en peso
Mg	≤ 0,05 % en peso, preferentemente ≤ 0,01 % en peso, más preferentemente 0 %
Mn	≤ 1,0 % en peso
Cu	≤ 1,2 % en peso
Fe	≤ 1,0 % en peso
Si	≤ 1,9 % en peso, preferentemente ≤ 1,65 % en peso, más preferentemente ≤ 1,4 % en peso, y del modo más preferido ≤ 0,9 % en peso
Ti	≤ 0,1 % en peso
Zn	≤ 6 % en peso, Sn ≤ 0,1 % en peso, In ≤ 0,1 % en peso, e

15 impurezas inevitables, cada una en cantidades de menos que 0,05 % en peso, y un contenido total de impurezas de menos que 0,2 % en peso, consistiendo el resto en aluminio.

20 Una cantidad de Si en la capa de cobertura fina de 1,9 % en peso o menos facilita un estado sólido de la capa de cobertura cuando se funde la capa de relleno y, de este modo, facilita la humectación y la formación de junta. El aluminio puro puede contener hasta 1,65 % de Si en disolución de sólidos sin fundir a 577 °C, es decir, cuando se funde la aleación normal de relleno de CAB. La presencia de Fe, Mn y otros elementos que pueden reaccionar con Si para formar compuestos intermetálicos reduce la cantidad de Si en la disolución de sólidos y puede, de este modo, aumentar el nivel de Si tolerado en la capa de núcleo hasta 1,9 % al tiempo que se consigue el efecto deseado.

Por medio del suministro de capas intermedias de aleación de soldadura fuerte de AlSi y capas de cobertura sobre

ambos lados del núcleo, se puede someter la chapa de soldadura fuerte a soldadura fuerte sobre ambos lados.

El espesor total de la chapa de soldadura fuerte de aluminio está entre 0,04 y 4 mm, que es apropiado en la fabricación de intercambiadores de calor. El espesor de la capa de cobertura fina con respecto al espesor total de la chapa de soldadura fuerte de multicapa es preferentemente de 0,1 a 10 %, para proporcionar una prevención eficaz de la formación de óxido sobre la superficie de la chapa de soldadura fuerte, y todavía experimentar ruptura fácil durante la soldadura fuerte. El espesor de la capa de cobertura puede estar entre 0,4 y 160 μm . Preferentemente, la capa intermedia tiene un espesor con respecto al espesor total de la chapa de soldadura fuerte de multi capa de 3 a 30 %. El espesor del revestimiento fino se escoge de forma que Mg y Bi no tengan tiempo para difundir a través de la capa de cobertura hasta su superficie externa durante la soldadura fuerte, minimizando de este modo el riesgo de oxidación y la humectación impedida. El espesor de la capa de cobertura fina con respecto a la capa de aleación de soldadura fina intermedia está entre 1 % y 40 %, más preferentemente entre 1 y 30 %, del modo más preferido entre 10 y 30 %. El intervalo de temperatura apropiado en el cual se lleva a cabo la soldadura fuerte está dentro del intervalo de 560 °C a 615 °C y preferentemente de 570 °C a 610 °C.

La invención además proporciona un intercambiador de calor que comprende una chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio como se ha descrito anteriormente.

Producción de la chapa de soldadura fuerte

Se puede moldear cada una de las aleaciones anteriormente descritas usando fundición dura directa (DC) o moldeo continuo por rodillos gemelos o se puede moldear de forma continua en una máquina de moldeo de cinta. La elección de la técnica de moldeo se decide en base a consideraciones técnicas, económicas y de capacidad. Se moldea la aleación de núcleo en forma de placa usando una ruta de moldeo DC, mientras que se moldea la capa intermedia y la capa fina externa usando bien moldeo DC o técnicas de moldeo continuo.

Se descostran el lingote de capa de soldadura fuerte y el lingote para la aleación de superficie externa y posteriormente se calientan en un horno a una temperatura entre 350 y 550 °C, variando la duración a la temperatura de impregnación térmica desde 0 hasta 20 horas. Posteriormente, se laminan en caliente ambas aleaciones hasta el espesor deseado y se cortan con las longitudes apropiadas. A continuación, se coloca la placa de capa de soldadura fuerte sobre la superficie descostrada del lingote de núcleo y posteriormente se coloca la placa de la capa externa fina sobre la superficie de la placa de aleación de soldadura fuerte. Ambas aleaciones se sueldan con estanqueidad a lo largo de los dos lados opuestos por medio de soldadura MIG para preparar un envase de lingote apto para manipulación, que se coloca en el interior de un horno de pre-calentamiento. Se calienta el envase, hasta una temperatura de entre 350 y 550 °C, siendo la duración a la temperatura de impregnación térmica de entre 0 y 20 horas. Después de esto, se lamina en caliente el envase chapado, se lamina en frío hasta la dimensión final, se estira para mejorar la planeidad y se corta para proporcionar la anchura. Se llevan a cabo los tratamientos térmicos intermedios y finales para lograr una producción más sencilla y la sustancia modificadora de suministro correcta, según sea necesario.

Ejemplos

Se moldearon todas las aleaciones usando un equipo de moldeo de laboratorio en el interior de moldes denominados de libro que producían placas pequeñas de 150 mm de longitud, 90 mm de anchura y 20 mm de espesor. La tabla 1 muestra las composiciones químicas de las aleaciones sometidas a ensayo en cuanto a aptitud de soldadura fuerte.

Cada placa se sometió a descortezado, se calentó desde temperatura ambiente hasta 450 °C durante 8 horas, se sometió e impregnación térmica a 450 °C durante 2 horas y se enfrió al aire ambiente. Posteriormente, se laminaron los materiales hasta obtener un espesor apropiado y se sometieron a recocido suave entre pases, cuando resultó necesario, para facilitar el laminado sencillo. A continuación, se combinaron los materiales de núcleo, de capa intermedia de soldadura fuerte y de capa externa para preparar envases chapados de tres capas donde las capas estaban unidas unas a otras por medio de laminado en frío. Se sometieron los materiales a laminado en frío hasta un espesor de 0,4 mm, lo que proporcionó un chapado lateral individual con 8 % de capa intermedia y 2 % de capa externa, con recocidos suaves intermedios cuando resultó necesario para proporcionar un laminado sencillo y proporcionando un retro-recocido final hasta una sustancia modificadora H24 con el fin de proporcionar granos recristalizados de gran tamaño en el núcleo durante el siguiente procedimiento de soldadura fuerte. En lugar del recocido de sustancia modificadora se pueden proporcionar sustancias modificadoras procesadas, por ejemplo H12 H14 ó H112, para proporcionar granos recristalizados de tamaño grande.

La soldadura fuerte se llevó a cabo en un horno de vidrio de laboratorio con una cámara de soldadura fuerte de aproximadamente 3 dm³. Se relleno el horno abundantemente con nitrógeno durante todo el ciclo de soldadura fuerte con un caudal bajo de 10 litros estándar por minuto. El ciclo de soldadura fuerte fue calentamiento lineal desde temperatura ambiente hasta 600 °C en 10 minutos, impregnación térmica durante 3 minutos a 600 °C seguido de enfriamiento al aire hasta temperatura ambiente. La estructura de la muestra fue un ángulo simple sobre una muestra de material en la que se usaron materiales chapados usados como muestra y se usó un AA3003 no chapado con una medida de 0,5 mm como ángulo. Todas las soldaduras fuertes se llevaron a cabo sin fundente.

Tabla 1 Composiciones químicas en % en peso de las aleaciones sometidas a ensayo a partir de los análisis en masa fundida con OES.

	Tipo	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zr	Bi
A	Núcleo	0,52	0,52	0,12	0,96	0,58	< 0,01	< 0,01
B	Núcleo	0,57	0,24	0,13	0,89	2,51	< 0,01	< 0,01
C	Núcleo	0,63	0,56	0,14	1,17	0,49	< 0,01	< 0,01
D	Núcleo	0,05	0,18	0,8	1,71	< 0,01	0,13	< 0,01
E	Núcleo	0,05	0,2	0,28	1,3	0,22	< 0,01	< 0,01
F	Núcleo	0,53	0,39	0,12	1,11	< 0,01	< 0,01	< 0,01
G	Chapado intermedio de soldadura fuerte	11,8	0,13	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
H	Chapado intermedio de soldadura fuerte	12,1	0,14	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
I	Chapado intermedio de soldadura fuerte	11,7	0,14	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,11
J	Chapado intermedio de soldadura fuerte	11,6	0,14	< 0,01	< 0,01	0,10	< 0,01	0,11
K	Chapado intermedio de soldadura fuerte	11,8	0,13	< 0,01	< 0,01	0,06	< 0,01	< 0,01
L	Chapado intermedio de soldadura fuerte	11,9	0,14	< 0,01	< 0,01	0,05	< 0,01	0,05
M	Chapado intermedio de soldadura fuerte	11,8	0,14	< 0,01	< 0,01	0,09	< 0,01	0,06
N	Chapado intermedio de soldadura fuerte	11,9	0,13	< 0,01	< 0,01	0,09	< 0,01	< 0,01
O	Chapado intermedio de soldadura fuerte	11,6	0,09	< 0,01	< 0,01	1,0	< 0,01	0,1
P	Chapado intermedio de soldadura fuerte	11,8	0,20	< 0,01	0,02	4,25	< 0,01	0,1
Q	Chapado intermedio de soldadura fuerte	12,1	0,18	< 0,01	0,02	2,35	< 0,01	0,1
R	Capa externa	0,04	0,16	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
S	Capa externa	0,04	0,15	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
T	Capa externa	0,04	0,15	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2
U	Capa externa	0,04	0,15	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,3
V	Capa externa	0,04	0,15	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,4

- 5 Se examinaron las muestras anteriores por medio de inspección visual de las juntas de soldadura fuerte y a continuación se proporciona una selección representativa de algunos de los resultados. Todas las muestras que se encontraban dentro de la invención proporcionaron juntas de soldadura fuerte aceptables y una rápida formación de listones.

Tabla 2 Resultados experimentales escogidos

	Comentario	Núcleo	Chapado intermedio de soldadura fuerte	Capa de cobertura	Resultado
Ej. 1 (comparativo)	Chapa de soldadura fuerte de tipo convencional sin capa de cobertura externa	D	G	-	Sin formación de junta apreciada entre el material de ensayo chapado y el ángulo no chapado durante la soldadura fuerte
Ej. 2 (comparativo)	Muestra preparada de acuerdo con la técnica anterior descrita en el documento WO 2008/155067A1	F	M	R	Tiene lugar la formación de junta entre el material de ensayo chapado y el ángulo no chapado durante la soldadura fuerte
Ej. 3 (comparativo)	Muestra preparada de acuerdo con la técnica anterior descrita en el documento EP 1306207B1	F	O	R	Tiene lugar la formación de junta entre el material de ensayo chapado y el ángulo no chapado durante la soldadura fuerte
Ej. 4		F	M	S	La junta entre el material de ensayo chapado y el ángulo no chapado durante la soldadura fuerte se formó más rápidamente y creció hasta un tamaño mayor que el del Ejemplo comparativo 2
Ej. 5		F	O	S	La junta entre el material de ensayo chapado y el ángulo no chapado durante la soldadura fuerte se formó más rápidamente y creció hasta un tamaño mayor que el del Ejemplo comparativo 3
Ej. 6		E	N	U	Tiene lugar la formación de junta entre el material de ensayo chapado y el ángulo no chapado durante la soldadura fuerte a pesar de la ausencia de Bi en el chapado intermedio de soldadura fuerte
Ej. 7		D	N	T	Tiene lugar la formación de junta entre el material de ensayo chapado y el ángulo no chapado durante la soldadura fuerte a pesar de la ausencia de Bi en el chapado intermedio de soldadura fuerte

En los Ejemplos 4 y 5, tiene lugar la formación de junta entre el material de ensayo chapado y el ángulo no chapado durante la soldadura fuerte. La junta se formó más rápidamente y creció hasta un tamaño ligeramente más grande que en los correspondientes ejemplos 2 y 3. Esto se atribuye a la presencia de Bi en la capa externa de acuerdo con la invención.

- 5 En los ejemplos 6 y 7, tiene lugar la formación de junta entre el material de ensayo chapado y el ángulo no chapado durante la soldadura fuerte, a pesar de la ausencia de Bi en el chapado intermedio de soldadura fuerte. Esto se atribuye a la presencia de Bi en la capa externa de acuerdo con la invención.

REIVINDICACIONES

5 1.- Una chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de multi capa que consiste en: un material de núcleo que tiene, sobre cualquiera de sus lados o sobre ambos lados, una capa intermedia que consiste en una aleación de soldadura fuerte de Al-Si interpuesta entre el núcleo y una capa de cobertura fina sobre la parte superior de la capa intermedia, donde dicho material de núcleo y la capa de cobertura tienen una temperatura de fusión mayor que la aleación de soldadura fuerte de Al-Si, consistiendo la capa de cobertura en

Bi de 0,01 a 1,0 % en peso,

Mg \leq 0,05 % en peso, preferentemente \leq 0,01 % en peso, más preferentemente 0 %

Mn \leq 1,0 % en peso,

Cu \leq 1,2 % en peso,

Fe \leq 1,0 % en peso,

Si \leq 4,0 % en peso, preferentemente \leq 2,0 % en peso

Ti \leq 0,1 % en peso,

Zn \leq 6 % en peso, Sn \leq 0,1 % en peso, In \leq 0,1 % en peso, e

impurezas inevitables, cada una en cantidades de menos que 0,05 % en peso, y un contenido total de impurezas de menos que 0,2 % en peso,

10 resto de aluminio.

2.- La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la capa de cobertura contiene Bi en una cantidad de 0,05 a 0,7 % en peso.

3.- La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la capa de cobertura contiene Bi en una cantidad de 0,07 a 0,5 % en peso.

15 4.- La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que la capa de cobertura fina contiene Si en una cantidad de \leq 1,9 % en peso, preferentemente \leq 1,65 % en peso, más preferentemente \leq 1,4 % en peso y del modo más preferido de \leq 0,9 % en peso.

5. La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que la aleación de soldadura fuerte de Al-Si consiste en

Si de 5 a 14 % en peso, preferentemente de 7 a 13 % en peso, más preferentemente de 10-12,5 % en peso,

Mg de 0,01 a 5 % en peso, preferentemente de 0,05 a 2,5 % en peso, más preferentemente de 0,1 a 2,0 % en peso,

Bi \leq 1,5 % en peso, preferentemente de 0,05 a 0,5 % en peso, del modo más preferido de 0,07 a 0,3 % en peso,

Fe \leq 0,8 % en peso,

Cu \leq 0,3 % en peso,

Mn \leq 0,15 % en peso,

Zn \leq 4 % en peso,

Sn \leq 0,1 % en peso

In \leq 0,1 % en peso

Sr \leq 0,05 % en peso, e

20 impurezas inevitables, cada una en cantidades de menos que 0,05 % en peso, y un contenido total de impurezas de menos que 0,2 % en peso, consistiendo el resto en aluminio.

ES 2 530 267 T3

6.- La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde la aleación de soldadura fuerte de Al-Si no contiene Bi.

7.- La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que el núcleo consiste en

Mn	0,5 - 2,0 % en peso,
Cu	≤ 1,2 % en peso,
Fe	≤ 1,0 % en peso,
Si	≤ 1,0 % en peso,
Ti	≤ 0,2 % en peso,
Mg	≤ 2,5 % en peso, preferentemente 0,03-2,0 % en peso
Zr, Cr, V y/o Sc en total	≤ 0,2 % en peso, e

5 impurezas inevitables, cada una en cantidades de menos que 0,05 % en peso, y un contenido total de impurezas de menos que 0,2 % en peso, consistiendo el resto en aluminio.

8.- La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que la capa intermedia y la capa de cobertura están presentes en ambos lados del núcleo.

10 9.- La chapa de soldadura fuerte de aluminio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, donde la capa de cobertura tiene un espesor entre 0,4 y 160 μm .

10. La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, donde el espesor total de la chapa de soldadura fuerte de aluminio está entre 0,04 y 4 mm.

15 11.- La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, donde el espesor de la capa de cobertura fina con respecto a la capa intermedia está entre 1 % y 40 %, más preferentemente entre 1 y 30 %, del modo más preferido entre 10 y 30 %.

12.- La chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, donde el espesor de la capa intermedia con respecto al espesor de la chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio es de 3 a 30 %.

20 13.- Un intercambiador de calor que comprende la chapa de soldadura fuerte de aleación de aluminio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12.