

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 166**

51 Int. Cl.:
B23K 35/00 (2006.01)
B23K 35/02 (2006.01)
B23K 35/28 (2006.01)
B32B 15/01 (2006.01)
C22C 21/02 (2006.01)
C22C 21/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09772366 .2**
96 Fecha de presentación: **25.06.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2323805**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.05.2011**

54 Título: **Material laminar de cobresoldadura de aluminio**

30 Prioridad:
02.07.2008 US 77615 P
03.07.2008 EP 08012003

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.05.2012

73 Titular/es:
Aleris Aluminum Koblenz GmbH
Carl-Spaeter-Str. 10
56070 Koblenz, DE

72 Inventor/es:
WITTEBROOD, Adrianus Jacobus;
DE HAAN, Theobald y
BÜRGER, Achim

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 381 166 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

Material laminar de cobresoldadura de aluminio

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un material laminar de cobresoldadura que comprende una capa de aleación central de aluminio proporcionada con un primer material de capa chapada de cobresoldadura de aleación de Al-Si en una o ambas caras de dicha capa central de aluminio y al menos un segundo material de capa chapada de cobresoldadura de aleación de Al-Si colocado entre la capa de aleación central de aluminio y el primer material de capa chapada de cobresoldadura.

10 La invención se refiere además a un montaje cobresoldado fabricado en una operación de cobresoldadura, comprendiendo el montaje cobresoldado varios componentes y siendo al menos uno de los componentes fabricado a partir de lámina de cobresoldadura de aleación de aluminio de acuerdo con esta invención.

Antecedentes de la invención

15 Como se comprenderá en el presente documento más adelante, excepto si se indica lo contrario, las designaciones de aleación de aluminio y las designaciones de templado se refieren a las designaciones de la Aluminum Association en Aluminum Standards and Data and the Registration Records, publicados por la Aluminum Association en 2008.

Para cualquier descripción de composiciones de aleaciones o de las composiciones de aleaciones preferidas, todas las referencias a porcentajes están en tanto por ciento en peso a menos que se indique lo contrario.

20 Los sustratos de aluminio o de aleación de aluminio en forma de lámina o extrusión, se usan para fabricar productos con forma o conformados. En algunos de estos procesos las piezas de aluminio (con forma) que comprenden los sustratos están interconectadas. Un extremo de un sustrato puede estar interconectado con el otro extremo, o un sustrato puede estar ensamblado con uno o más sustratos. Esto se hace normalmente por cobresoldadura. En un proceso de cobresoldadura, un metal de carga para cobresoldadura o una aleación de cobresoldar, o una composición que produce una aleación de cobresoldadura después de calentamiento, se aplica al menos a una parte del sustrato que será cobresoldado. Después de que las piezas del sustrato se han ensamblado, se calientan hasta que funde el metal de cobresoldadura o la aleación de cobresoldadura. La temperatura de fusión del material de cobresoldadura es menor que la temperatura de fusión del sustrato de aluminio o de la lámina central de aluminio.

30 Los productos laminares de cobresoldadura encontraron amplias aplicaciones en los intercambiadores de calor y otros equipos similares. Los productos de cobresoldadura convencionales tienen un núcleo de lámina enrollada, típicamente, pero no exclusivamente una aleación de aluminio de la serie 3xxx, que tiene en al menos una superficie de la hoja central una capa chapada de aluminio (también conocida como capa revestida de aluminio). La capa chapada de aluminio se fabrica de una aleación de la serie 4xxx que comprende silicio en una cantidad en el intervalo de 2 a 20% en peso y, preferiblemente, en el intervalo de aproximadamente 7 a 14% en peso. La capa chapada de aluminio puede acoplarse o unirse a la aleación central de varias formas conocidas en la técnica, por ejemplo por medio de procesos de colaminación, conformado por aspersion sobre chapado o por procesos de colada semicontinua o continua. Estas capas chapadas de aluminio tienen una temperatura de líquidos, típicamente, en el intervalo de aproximadamente 540 a 615°C.

Existen varios procesos de cobresoldadura de uso en la fabricación a escala industrial de montajes cobresoldados tal como intercambiadores de calor.

40 Existe una cobresoldadura en vacío ("VB", de sus siglas en inglés) que se lleva a cabo a una presión atmosférica relativamente baja del orden de aproximadamente $1 \cdot 10^{-5}$ mbar o menos. Para lograr que se produzcan las condiciones óptimas de la unión, las aleaciones de cobresoldadura Al-Si normalmente usadas para el cobresoldado en vacío contienen adiciones intencionales de Mg de un 1% o más. El mecanismo estimado es que el Mg destruye la dura película de óxido de la aleación de carga cuando se evapora de la lámina de cobresoldadura durante el cobresoldado, y además el Mg evaporado juega el papel de absorbente metálico que elimina el oxígeno y la humedad que quedan en el horno de cobresoldado.

50 Un producto laminar de cobresoldadura de este tipo que contiene Mg para cobresoldar en vacío se describe en la patente de EE.UU. n° 4.489.140 en la que el producto laminar de cobresoldadura mediante vacío que comprende una aleación central de la serie AA3000, chapada con una capa de aleación de cobresoldadura AA4104 y que tiene una aleación de cobresoldadura AA4343 interpuesta entre la aleación central y la capa de aleación de cobresoldadura AA4104 para proporcionar una consistentemente buena unión entre el núcleo y la aleación AA4104. Es bien sabido en la técnica que las aleaciones AA4104 contienen Mg en un intervalo de 1,2 a 2,0% y Bi en un intervalo de 0,02 a 0,2%, y que las aleaciones AA4343 no tienen ni B ni Mg.

55 La patente de EE.UU. n° 5.069.980 describe un material chapado de aluminio para cobresoldadura en vacío que consiste en un miembro central de aleación de aluminio, y un primer chapado y un segundo chapado, consistiendo

dicho primer chapado esencialmente en 6 a 14% de Si, 0 a 0,6% de Mg, y siendo el resto Al, y consistiendo dicho segundo chapado en 0 a 14% de Si, y preferiblemente cero % de Si, y 0,8 a 2,5% de Mg y siendo el resto Al, y en donde el espesor del segundo chapado es función del contenido de Si en esta segunda capa chapada.

5 La patente de EE.UU. nº 4.161.553 describe un producto laminar de cobresoldadura para cobresoldado en vacío, comprendiendo la lámina de cobresoldadura una aleación central de aleación de aluminio, una primera capa de una aleación de cobresoldadura de aluminio que consiste esencialmente en 0 a 2,5% de Mg, 5,0 a 13,0% de Si, un máx. de 0,8% de Fe, un máx. de 0,3% de Cu, un máx. de 0,3% de Zn, un máx. de 0,3% de Mn, el resto aluminio, y una segunda capa chapada de aleación de aluminio sobre la primera capa, consistiendo dicha segunda capa esencialmente en 0,5 a 1,2% de Mg, 1,2 a 1,8% de Si, un máx. de 0,3% de Cu, un máx. de 0,7% de Fe, un máx. de 1,5% de Mn, el resto aluminio, teniendo la segunda capa una temperatura de fusión sustancialmente equivalente a la temperatura de fusión de la primera capa. En un ejemplo, cada primera y segunda capa de las aleaciones de aluminio tenía un contenido de 0,5% de Mg.

15 Otro proceso de cobresoldadura es la cobresoldadura en atmósfera controlada ("CAB", de las siglas en inglés) que se lleva a cabo realiza en una atmósfera seca que no contiene oxígeno, usando preferiblemente un medioambiente inerte de nitrógeno, pero por ejemplo también puede usarse argón. Para facilitar la cobresoldadura, antes de cobresoldar sobre las piezas que se unirán, se aplica un fundente de cobresoldado no corrosivo, por ejemplo, un fundente basado en fluoruro. Este fundente de cobresoldado elimina o al menos abre rompiendo, durante la operación de cobresoldadura, la siempre presente capa de óxido para permitir que la carga fundida llegue a entrar en contacto con el metal sin revestir para formar la junta. Las aleaciones de aluminio usadas en la CAB deberían estar exentas de Mg porque cualquier cantidad de Mg inhibe la acción del fundente de cobresoldadura en la eliminación de la capa de óxido. En los montajes con formas complejas, la aplicación de fundente de cobresoldadura no corrosivo antes de cobresoldar en el interior de los montajes se considera a menudo muy difícil y problemática.

20 Otro proceso más de cobresoldadura es CAB sin el uso de un fundente de cobresoldadura, y este proceso está usándose, en particular, para unir por medio de cobresoldado de superficies dentro de un intercambiador de calor que son muy difíciles de fundir y a escala industrial tiene un mayor coste eficaz que una operación de cobresoldadura en vacío ya que el cobresoldado en vacío requiere costes de equipamiento de capital considerable.

25 En el documento de patente europea EP-1430988-A1 se describe que para un proceso del tipo de CAB sin el uso de un fundente de cobresoldado que el producto laminar de cobresoldado usado contiene Mg al menos en una capa que constituye la lámina de cobresoldadura distinta de la capa de aleación de carga, típicamente la aleación central contiene Mg en un intervalo de 0,05 a 1,0% en peso. Interpuesto entre la aleación central y la aleación de carga está presente una capa para impedir la difusión, tal como una aleación de aluminio de la serie AA3003 exenta de Mg.

30 El documento de patente europea EP-1306207-B1 describe otro proceso de cobresoldadura sin fundente en una atmósfera de gas inerte que contiene un contenido de oxígeno muy bajo hasta 1.000 ppm, y preferiblemente hasta 500 ppm. Además se ha descrito un producto laminar de cobresoldadura que comprende una aleación central de aluminio en una o ambas caras chapadas con una aleación de cobresoldadura de aleación de Al-Si que contiene 0,1 a 5% de Mg y 0,01 a 0,5% de Bi como una capa intermedia, y un delgado material de revestimiento chapado sobre la aleación de cobresoldadura de aleación de Al-Si. Se describe que durante una operación de cobresoldadura el material de cobresoldadura en la capa intermedia se funde a medida que se eleva la temperatura durante el cobresoldado, pero la oxidación de la superficie del material de cobresoldadura no tiene lugar porque la superficie está cubierta con el delgado material de revestimiento que permanece sólido. Cuando la temperatura se eleva adicionalmente, las partes con menores temperaturas de fusión, tal como una parte segregada del delgado material de revestimiento cercano al material de cobresoldadura fundido, se funden en el sitio, y después el material de cobresoldadura se infiltra y se dispersa sobre la superficie del material delgado de revestimiento debido a la expansión volumétrica. La superficie del material de cobresoldadura llega entonces a ser una cara emergente sin una película de oxidación, y no continúa una nueva intensa oxidación debido a la atmósfera de gas inerte.

45 Existe la necesidad de materiales laminares de cobresoldadura mejorados adicionalmente y procesos de cobresoldadura en los que la cara interna de un montaje no tiene que proporcionarse con un fundente de cobresoldadura.

Descripción de la invención

50 Un objeto de la invención es proporcionar un material alternativo laminar de cobresoldadura de aleación de aluminio que puede aplicarse en un proceso de cobresoldadura sin fundente en atmósfera controlada sin aplicar un fundente de cobresoldadura.

Otro objeto de la invención es proporcionar un material laminar de cobresoldadura de aleación de aluminio que puede aplicarse en un proceso de cobresoldadura sin fundente en atmósfera controlada sin aplicar un fundente de cobresoldadura así como también en un proceso de cobresoldadura en atmósfera controlada con un fundente de cobresoldadura.

Otro objeto de la invención es proporcionar un material laminar de cobresoldadura de aleación de aluminio que

puede aplicarse en un proceso de cobresoldadura sin fundente en atmósfera controlada así como también en un proceso de cobresoldadura en atmósfera controlada con un fundente de cobresoldadura, así como también en un proceso de cobresoldadura en vacío.

5 Estos y otros objetos y ventajas adicionales se cumplen o se superan por la presente invención proporcionando un material laminar de cobresoldadura que comprende una capa de aleación central de aluminio que tiene un primer material de capa chapada de cobresoldadura en una o ambas caras de dicha capa central de aluminio y al menos un segundo material de capa chapada de cobresoldadura colocado entre la capa de aleación central de aluminio y el primer material de capa chapada de cobresoldadura, en el que el segundo material de capa chapada de cobresoldadura es un material de cobresoldadura chapado de una aleación de Al-Si que tiene 5% a 20% de Si y 0,01% a 3% de Mg, y en el que el primer material de capa chapada de cobresoldadura es un material de cobresoldadura de aleación de Al-Si que tiene 6% a 14% de Si y menos de 0,01% de Mg.

De acuerdo con la invención, se ha encontrado que manteniendo un nivel de Mg muy bajo en el primer material de capa chapada de cobresoldadura de aleación de Al-Si y que tiene una adición intencional controlada de Mg al segundo material de capa chapada de cobresoldadura de aleación de Al-Si, se produce un producto laminar de cobresoldadura que pueda aplicarse con éxito en un proceso de cobresoldadura en atmósfera controlada sin el uso de un fundente de cobresoldadura.

En el documento de patente EP-1306207-B1 se informa que para lograr con éxito la cobresoldadura CAB sin el uso de un fundente de cobresoldadura se requiere que tanto la capa superior como la capa de material central de aluminio deba tener una temperatura del sólido superior a la temperatura del líquido de la capa intermedia de material de cobresoldadura. De esta forma, el material de cobresoldadura fundido durante una operación posterior de cobresoldadura a una temperatura entre la temperatura de líquido y la temperatura de sólido es causar que la capa de material de cobresoldadura de aleación de Al-Si funda mientras se mantiene sólida la delgada capa de material de revestimiento para impedir la oxidación del material de cobresoldadura que es fundido, y entonces da lugar a que el material de cobresoldadura de la aleación de Al-Si, debido a la expansión volumétrica, se infiltra a través de zonas de segregación partes de la segregación de la delgada capa de material de revestimiento sobre una superficie de la delgada capa de material de revestimiento y se dispersa sobre la superficie del delgado material de revestimiento para formar una superficie emergente que da como resultado una junta de cobresoldadura. Mientras en el material laminar de cobresoldadura de acuerdo con la presente invención la primera y segunda capas chapadas de cobresoldadura de aleación de Al-Si pueden tener temperaturas de sólido y de líquido sustancialmente equivalentes, todavía puede usarse con éxito en una operación de cobresoldadura en atmósfera controlada.

Además, se ha encontrado de acuerdo con esta invención que el producto laminar de cobresoldadura puede aplicarse con éxito en una operación de cobresoldadura en vacío a pesar del bajo nivel de Mg en el metal de carga formado por los materiales primero y segundo de chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si, más en particular donde la primera capa de material chapado de aleación de Al-Si, que es la capa chapada externa, tiene un contenido de Mg muy bajo. Esto es contrario a la práctica en la industria para cobresoldadura en vacío donde la capa de chapado o material de capa chapada externa tiene un típico contenido de Mg de más que 1%.

Además, se ha encontrado que el material laminar de cobresoldadura de acuerdo con esta invención es un candidato muy atractivo para aplicar en montajes cobresoldados que tienen una o más superficies internas que son difíciles de fundir. Sorprendentemente, se ha encontrado, a pesar del uso de adiciones de Mg que son normalmente no deseables en los procesos de cobresoldadura con fundente tal como NOCOLOK (marca registrada de Alcan), que el producto laminar de cobresoldadura de acuerdo con esta invención puede ser cobresoldado en un proceso de cobresoldadura con atmósfera controlada mientras se aplica un fundente de cobresoldadura. Esto hace el producto laminar de cobresoldadura un candidato muy atractivo para la producción, por ejemplo, de refrigerantes de aceite cobresoldados. Los refrigerantes de aceite se construyen normalmente a partir de chapas que tienen que cobresoldarse interna y externamente. Debido al largo ciclo de cobresoldadura es necesario fundir la cara externa del refrigerador de aceite para facilitar el cobresoldado. Los largos ciclos de cobresoldado darían de otro modo excesiva oxidación incluso en un medio ambiente con atmósfera controlada, reduciendo de ese modo la capacidad de formar juntas fiables. El fundente de cobresoldadura aplicado reduce significativamente el grado de oxidación. También, con el producto laminar de cobresoldadura de acuerdo con esta invención se obtienen buenas juntas cobresoldadas en las superficies internas sin el requisito de aplicar un fundente de cobresoldadura.

En el material laminar de cobresoldadura de acuerdo con la invención la capa de aleación central se fabrica con una aleación de aluminio. Las aleaciones centrales son preferiblemente de aleaciones de aluminio de las series 2xxx, 3xxx, 5xxx ó 6xxx, por ejemplo una aleación de tipo AA3003, AA3005, AA6060 o AA6063.

55 Cuando se usaba una operación CAB que incorpora también el uso de un fundente de cobresoldadura se prefiere que el contenido de Mg en la capa de aleación central está siendo controlada tal que no es más que aproximadamente 0,3%, y más preferiblemente no más que aproximadamente 0,2%, y más preferiblemente no más que aproximadamente 0,10%.

En una realización, la capa de aleación central es una aleación de la serie AA3000 que tiene no más que

ES 2 381 166 T3

aproximadamente 0,3% de Mg, en particular cuando se usa para fabricar un artículo unido por medio de CAB con la aplicación de un fundente de cobresoldadura. Más preferiblemente, la capa central de aluminio es una aleación de aluminio que comprende, en tanto por ciento en peso:

	Mn	0,5 a 2,0
5	Cu	0 a 1,2
	Fe	0 a 1,0
	Si	0 a 1,0
	Bi	0 a 0,1
	Ti	0 a 0,1
10	Mg	0 a 0,3, preferiblemente 0 a 0,2

otros elementos e impurezas inevitables, cada una <0,05, total <0,2, el resto aluminio

De acuerdo con esta invención, la primera capa chapada de cobresoldadura de aleación de Al-Si comprende al menos Si en un intervalo de 6 a 14% y tiene Mg, si está presente, de menos que 0,01%.

15 De acuerdo con la invención, se ha encontrado que el contenido de Mg debería mantenerse bajo en la primera capa chapada de cobresoldadura de aleación de Al-Si y debería ser menor que aproximadamente 0,01%. En una base más preferida es una aleación de cobresoldadura de Al-Si que está exenta de Mg para evitar la formación de una capa de óxido durante una operación de cobresoldadura. En términos prácticos esto significaría que el Mg está presente a muy bajo nivel de impureza o elemento incidental, a un nivel de <0,01%. Más preferiblemente, la aleación de aluminio está sustancialmente exenta de Mg. Con "sustancialmente exenta", se quiere indicar que no se hizo
20 ninguna adición de Mg a la composición química sino la debida a impurezas y/o lo que se filtra del contacto con el equipo de fabricación, las cantidades traza de Mg pueden, sin embargo, conseguir entrar en el producto de la aleación de aluminio.

En la capa chapada de cobresoldadura de aleación de Al-Si el contenido de Si está en el intervalo de 6 a 14%, y preferiblemente en el intervalo de 6% a 12%.

25 En una realización, la primera capa de material chapado de cobresoldadura tiene una composición química dentro del intervalo de una aleación de aluminio de las series AA4045 o AA4343, preferiblemente con la condición adicional de que la aleación tienen un contenido muy bajo de Mg como se establece en esta descripción, e idealmente está exento de Mg.

30 El segundo material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si comprende Si en un intervalo de 5% a 20% y Mg en un intervalo de 0,01% a aproximadamente 3%. En una realización preferida, el límite inferior del contenido de Si es aproximadamente 6%, y un límite superior del contenido de Si es de aproximadamente 14%. En una realización preferida, el contenido de Mg tiene un límite superior de aproximadamente 1,5%.

35 En la realización en la que el material laminar de cobresoldadura de acuerdo con esto se aplica en una operación de CAB sin el uso de un fundente de cobresoldadura, el contenido de Mg en el segundo material de cobresoldadura de aleación de Al-Si es controlado en un intervalo de 0,01% a aproximadamente 1%, y más preferiblemente el límite superior es aproximadamente 0,50%, y más preferiblemente aproximadamente 0,20%.

40 Cuando se usa en una operación de CAB, sin o con el uso de un fundente de cobresoldadura, se prefiere que la suma del contenido de Mg en la primera y segunda capas de chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si se controla de manera que no supere aproximadamente 0,25%, y preferiblemente no supere 0,10%. Actualmente, los mecanismos de la calidad y de control cuando se producen productos laminares de cobresoldadura de aluminio tienen en cuenta el objetivo y el control de Mg con una precisión de $\pm 0,01\%$ o mejor.

45 Idealmente, el contenido de Si en la primera y segunda capa de material de cobresoldadura de aleación de Al-Si se selecciona tal que la suma de los contenidos de Si de ambas capas está en el intervalo de 6% a 12,5%, y preferiblemente en el intervalo de 6% a 11%. En una realización más preferida la suma del contenido de Si está en el intervalo de 9% a 11%. Y en otra realización preferida la suma del contenido de Si está en el intervalo de 6,5% a 8,5%.

50 La cantidad de Fe presente en el material de cobresoldadura de aleación de Al-Si, tanto para el primero como para el segundo material chapado de cobresoldadura de la aleación de Al-Si, depende principalmente en el origen del material de la aleación y puede ser de hasta aproximadamente 0,8%, y preferiblemente es no más que aproximadamente 0,6%. Como elemento refinador del grano, puede estar presente Ti en el material de cobresoldadura en un intervalo de hasta aproximadamente 0,2%, preferiblemente de hasta 0,15%. El resto se

compone de inevitables impurezas y aluminio. También puede estar presente Cu como elemento impureza tolerable, típicamente a un nivel de hasta 0,3%, pero preferiblemente no supera 0,1%.

5 En una realización, puede estar presente Mn en la primera y/o en la segunda capa de material de cobresoldadura de aleación de Al-Si en el intervalo de aproximadamente 0,2% a 0,8% para mejorar la resistencia a la corrosión del material laminar de cobresoldadura de aluminio. A un nivel por debajo de aproximadamente 0,2% no se ha encontrado el efecto de una mejorada resistencia a la corrosión por la adición de Mn. Preferiblemente, la cantidad de Mn para proporcionar una mejorada resistencia a la corrosión es de al menos aproximadamente 0,3%. Con relación a las propiedades de la aleación, la cantidad de Mn debería no ser más que 1,0%, y un máximo preferido es 0,8%, ya que por encima de este nivel puede ser menor la mejorada resistencia a la corrosión. En la realización en la que Mn es deliberadamente añadido se prefiere que la relación Mn/Fe en tanto por ciento en peso es al menos 1, y más preferiblemente al menos 2.

10 En la realización en la que Mn es deliberadamente añadido a una o ambas caras de las capas de materiales de cobresoldadura de aleación de Al-Si, se prefiere tener una diferencia en niveles de Mn entre los dos materiales chapados de cobresoldadura adyacentes, se prefiere que tenga una diferencia en los niveles de Mn entre los dos materiales chapados de cobresoldadura adyacentes de al menos aproximadamente 0,1%, y preferiblemente de al menos aproximadamente 0,2%. Una diferencia en los niveles de Mn es de ayuda como medio de control de la calidad del espesor del forro de chapado, por ejemplo, por medio de técnicas de grabado. Durante una operación de cobresoldadura los dos materiales de cobresoldado de aleación de Al-Si forman un metal de carga para formar una junta y nivelar de cualquier diferencia composicional presente previa al cobresoldado.

15 En una realización, cada primera o segunda capas de material chapado de cobresoldadura de la aleación de Al-Si, contiene además uno o más elementos humectantes. Preferiblemente, los elementos humectantes se seleccionan del grupo que comprende Bi, Pb, Li, Sb, Se, Y y Th, y en donde la cantidad total de los elementos humectantes está en el intervalo de aproximadamente 0,01% a 0,5%. En una realización preferida, el elemento Bi se selecciona del grupo de elementos humectantes y está en el intervalo de aproximadamente 0,01% a 0,5%, y preferiblemente en un intervalo de aproximadamente 0,01% a 0,25%, por ser el elemento humectante más eficiente con este fin en este sistema de aleación durante la operación de cobresoldadura.

20 Preferiblemente, el agente humectante se añade a la segunda capa de material de cobresoldadura de aleación de Al-Si. En la realización en que se añade Bi a la capa de material de cobresoldadura se prefiere adicionalmente que el exceso de contenido de Mg con respecto a la composición estequiométrica de Bi_2Mg_3 sea 0,07% o menos, y preferiblemente 0,05% o menos. Se ha encontrado que Bi tiene una baja solubilidad en aluminio y tiende a separarse en el contorno de los granos incluso cuando se añade a bajos niveles, por ejemplo, de aproximadamente 0,1%. Para superar esto una pequeña cantidad de Mg formará Bi_2Mg_3 que detiene la separación en el contorno de los granos. Esta fase de Bi_2Mg_3 se disolverá sin embargo en el material de capa chapada de Al-Si en la fusión del material de cobresoldadura que libera el Bi para disminuir la tensión superficial de la carga fundida.

25 En una realización, cada una de las capas de material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si puede contener además uno o más elementos seleccionados del grupo constituido por aproximadamente 0,1% a 8% de Zn, aproximadamente 0,01% a 1% de In, aproximadamente 0,01% a 1% de Sn, y aproximadamente 0,01% a 1% de Ge. Estos elementos aleantes mejoran la resistencia a la corrosión del material central haciendo al material de cobresoldadura de Al-Si más protector con respecto al material central. Cuando la cantidad es menor que el límite inferior, el efecto protector en el ánodo no es suficiente para producir el efecto protector en el ánodo, y cuando está presente más del límite superior no proporciona ninguna mejora adicional sobre la resistencia a la corrosión, mientras la aleación es más difícil de fabricar.

Existen varias configuraciones posibles para el material laminar de cobresoldadura de acuerdo con la invención.

30 En una realización, la capa de la aleación central está provista en una cara con la primera capa de material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si y con el segundo material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si colocado entre la capa de la aleación central y dicho material chapado de cobresoldadura de la aleación de Al-Si, y por el que la otra cara de la capa central está sin revestir de manera que el material laminar de cobresoldadura comprende una configuración de tres capas.

35 En una realización alternativa del material laminar de cobresoldadura de acuerdo con esta invención la capa de la aleación central está provista en ambas caras con la primera capa de material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si y con el segundo material chapado de cobresoldadura de la aleación de Al-Si colocado entre la capa de la aleación central y el primer material chapado de cobresoldadura de la aleación de Al-Si. Cuando ambas caras de la capa central son chapadas de la misma manera, el material laminar de cobresoldadura comprende al menos una configuración de cinco capas.

40 En otra realización, cuando una cara de la capa de aleación central está chapada con las dos capas de material chapado de cobresoldadura de las aleaciones de Al-Si de acuerdo con esta invención, en la otra cara de la capa de aleación central puede aplicarse una capa más externa. La capa más externa o camisa exterior sería generalmente de una aleación hecha a medida para proporcionar una gran resistencia a la corrosión o incluso una corrosión

combinada con resistencia a la erosión en el medioambiente al que se expone esa cara de material laminar de cobresoldadura, por ejemplo cuando se usa como una camisa en contacto con el agua en un intercambiador de calor. Un ejemplo de camisa más externa adecuada sería una aleación de aluminio que tiene una adición intencional de Zn (hasta aproximadamente 6%), tal como por ejemplo una aleación de la serie AA7072.

5 Todavía en otra realización, puede interponerse una capa de aleación de aluminio adicional entre la capa de aleación central y el segundo material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si. Por ejemplo, puede aplicarse una capa adicional de aleación de aluminio para, por ejemplo, limitar la difusión de elementos aleantes de la capa central a la capa de cobresoldadura o mejorar además el comportamiento frente a la corrosión del producto laminar de cobresoldadura.

10 El material laminar de cobresoldadura de acuerdo con esta invención puede fabricarse mediante varias técnicas. Por ejemplo, por colaminación que es bien conocido en la técnica. Alternativamente, pueden aplicarse una o más capas de aleación de cobresoldadura de Al-Si sobre la capa de aleación central por medio de técnicas de pulverización térmica. O, alternativamente, la capa de aleación central y el segundo material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si puede fabricarse por medio de técnicas de colada, por ejemplo como se describe en el documento de patente internacional WO-2004/112992, donde después del primer material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si puede aplicarse por medio de, por ejemplo, colaminación o técnicas de pulverización térmica.

15 El material laminar de cobresoldadura de acuerdo con la invención tiene un típico espesor de calibre final en el intervalo de aproximadamente 0,05 a 4 mm. El material laminar de cobresoldadura es preferiblemente de hasta aproximadamente 350 micrómetros de espesor de calibre final, y más preferiblemente de aproximadamente 100 a aproximadamente 250 micrómetros de espesor.

20 La primera capa de material chapado de cobresoldadura de la aleación de Al-Si tiene preferiblemente un espesor que es de aproximadamente 3 a 15% del espesor total del material laminar de cobresoldadura de la aleación de aluminio. La segunda capa de material chapado de cobresoldadura de la aleación de Al-Si tiene un espesor de aproximadamente 3 a 20%, y preferiblemente 3 a 15%, del espesor total del material laminar de cobresoldadura de la aleación de aluminio. La primera y segunda capas del material chapado de cobresoldadura de la aleación de Al-Si pueden tener aproximadamente iguales espesores.

Preferiblemente, la suma de los espesores de la primera y segunda capas de material chapado de cobresoldadura de la aleación de Al-Si aplicadas sobre una cara de la capa de la aleación central están en un intervalo de 5 a 20% del espesor total del material laminar de cobresoldadura de la aleación de aluminio.

30 En un aspecto adicional de la invención se ha proporcionado un artículo que comprende al menos dos miembros conformados unidos por cobresoldadura, por ejemplo un intercambiador de calor, que incorpora al menos el material de cobresoldadura de aleación de aluminio de acuerdo con esta invención como uno de los miembros conformados. Un ejemplo típico de un intercambiador de calor que se beneficia del material de cobresoldadura de la aleación de aluminio de acuerdo con esta invención es un enfriador de aceite, y de ese modo idealmente al menos el primer y el segundo materiales chapados de cobresoldadura de la aleación de Al-Si unen un hueco formado en el artículo. Otro ejemplo típico es un tubo-B, siendo sus configuraciones bien conocidas de la persona experta, en la que hay una superficie interna que no puede fundirse mientras en la superficie más externa los finos deberían unirse al tubo.

En otro aspecto de la invención se ha proporcionado un procedimiento de fabricación de un artículo unido por cobresoldadura o un montaje de componentes cobresoldados, que comprende las etapas de:

- 40 (i) conformar los componentes de los que al menos uno se fabrica de un material de cobresoldadura de aleación de aluminio de acuerdo con esta invención como se señala más arriba y en las reivindicaciones;
- (ii) ensamblar los componentes en un montaje;
- (iii) cobresoldar el montaje sin aplicar fundente en una atmósfera de gas inerte a una temperatura de cobresoldado durante un período suficientemente largo para la fusión y dispersión del material de carga.
- 45 Típicamente, el contenido de oxígeno en la atmósfera de cobresoldadura debería ser lo más razonablemente posible, y está preferiblemente por debajo de 1.000 ppm, y más preferiblemente por debajo de 200 ppm;
- (iv) enfriar el montaje cobresoldado, típicamente por debajo de 100°C.

50 Idealmente, cuando se montan los componentes en un montaje adecuado para unir por cobresoldadura, una cara del material laminar de cobresoldadura de la invención que tiene la primera y segunda capas de material chapado de cobresoldadura de la aleación de Al-Si está siendo mantenido dentro del montaje que forma el material laminar de cobresoldadura de aleación de Al-Si se está manteniendo dentro del montaje que forma el material laminar de cobresoldadura para constituir una estructura hueca. Mientras se usa el material laminar de cobresoldadura de acuerdo con esta invención no hay necesidad de aplicar un fundente para obtener una buena unión con la operación de cobresoldadura.

55

En otro aspecto de la invención se ha proporcionado un procedimiento de fabricación de un artículo unido por cobresoldadura o un montaje de componentes cobresoldados, que comprende las etapas de:

- (a). conformar los componentes de los que al menos uno se fabrica de un material de cobresoldadura de aleación de aluminio de acuerdo con esta invención;
- 5 (b). ensamblar los componentes en un montaje, y en donde una cara del material laminar de cobresoldadura que tiene la primera y segunda capa de material de cobresoldado está manteniéndose dentro del montaje formado por el material laminar de cobresoldadura para constituir una estructura hueca;
- 10 (c). cobresoldar el montaje sin aplicar fundente en la estructura hueca y aplicar un fundente sobre al menos parte de la cara externa del montaje de los componentes y cobresoldado de todo el montaje en una atmósfera de gas inerte a una temperatura de cobresoldadura durante un largo período suficientemente largo para la fusión y dispersión del material de carga. Típicamente, el contenido de oxígeno en la atmósfera de cobresoldadura debería ser lo más razonablemente bajo posible, y está preferiblemente por debajo de 1.000 ppm, y más preferiblemente por debajo de 200 ppm;
- (d). enfriar el montaje cobresoldado, típicamente por debajo de 100°C.

15 En otro aspecto de la invención se ha proporcionado un procedimiento de fabricación de un artículo unido por cobresoldadura o un montaje de componentes cobresoldados, que comprende las etapas de:

- (a). conformar los componentes de los que al menos uno se fabrica de un material de cobresoldadura de aleación de aluminio de acuerdo con esta invención;
- (b). ensamblar los componentes en un montaje;
- 20 (c). cobresoldar el montaje sin aplicar fundente en una atmósfera en vacío a una temperatura de cobresoldadura durante un período suficientemente largo para la fusión y dispersión del material de carga;
- (d). enfriar el montaje cobresoldado, típicamente por debajo de 100°C.

25 Se ha encontrado que el material laminar de cobresoldadura de acuerdo con esta invención puede cobresoldarse con éxito en una operación de cobresoldadura en vacío. Una buena formación de cordón se está obteniendo a contenidos de Mg significativamente bajos en el material de cobresoldado de Al-Si normalmente usado en operaciones de cobresoldadura en vacío. Además, se ha encontrado que ya puede obtenerse una buena formación del cordón a presiones de vacío menos intensas que las normalmente aplicadas en hornos de vacío a escala industrial.

A continuación, la invención se explicará mediante los siguientes ejemplos no limitantes.

30 Ejemplos

Ejemplo 1

35 En una serie de experimentos se ha fabricado material laminar de cobresoldadura de 1 mm. La lámina central de 45 mm se ha producido a partir de pequeños lingotes que se han precalentado a 430°C y después se han laminado en caliente a 45 mm. Los materiales chapados de aleación de Al-Si para formar la primera y segunda capa chapada se han producido a partir de pequeños lingotes que se han precalentado a 430°C y se han laminado en caliente a 5 mm y después se han laminado en frío a 4 mm.

40 Se ha fabricado un producto laminar de cobresoldadura de cinco capas que consistía en una aleación central que tiene una composición de 0,25% de Fe, 0,1% Si, 0,2% de Mg, 0,5% de Cu, 1% de Mn, el resto aluminio e impurezas, en ambas caras chapadas con un primer chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si, y en ambas caras de la capa central un segundo material de cobresoldadura de aleación de Al-Si se ha colocado entre la capa de aleación central y la primera capa chapada de cobresoldadura. La composición de la primera capa de material chapado de Al-Si era una aleación de la serie AA4343 que tiene 7,5% de Si y estando sin Mg. La composición del segundo material de capa chapada de Al-Si era 12,7% de Si, 0,3% de Fe, 0,09% de Bi, 0,08% de Mg, el resto aluminio e impurezas.

45 Este material laminar de cobresoldadura de cinco capas se ha fabricado colocando sobre una lámina central de 45 mm varias capas chapadas de 4 mm. El producto de 61 mm de espesor era entonces precalentado a 430°C durante 3 horas, después se laminaba en caliente a 3 mm y después se laminaba en frío a 1 mm. El material laminar de cobresoldadura de 1 mm era recocido durante 2 horas a 350°C y más tarde se evaluaba la capacidad de cobresoldado. Así, en cada cara de la capa central se aplicaban dos capas de material de cobresoldadura de Al-Si. El espesor de cada una de las capas de material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si era cada una de 50 aproximadamente 5% del espesor total de material laminar de cobresoldadura.

La capacidad de cobresoldadura de los productos laminares de cobresoldadura se ha evaluado a escala de

laboratorio de ensayar en un pequeño horno de cuarzo. Se cortaron pequeños testigos de 25 mm x 25 mm a partir de productos laminares de cobresoldadura. Una pequeña banda de una aleación AA3003 que mide 30 mm x 7 mm x 1 mm se dobló en el centro a un ángulo de 45° y se dejó sobre los testigos. Las muestras de banda sobre testigo se calentaron bajo nitrógeno en circulación, con calentamiento desde la temperatura ambiente hasta 590°C, tiempo de residencia a 590°C durante 1 minuto, y enfriamiento desde 590°C hasta temperatura ambiente. Las muestras cobresoldadas se evaluaron para la cantidad de cordón formado en la periferia de la AA3003 en contacto con los productos laminares de cobresoldadura y expresados en %, por ejemplo si no se formaba cordón entonces la cantidad de cordón era del 0%, y cuando se formaba un cordón alrededor de toda la periferia la cantidad de cordón era del 100%.

10 Se ha encontrado que se obtenía una formación de cordón del 100% con el producto laminar de cobresoldadura de acuerdo con la invención.

En un ensayo de cobresoldadura adicional, el material laminar de cobresoldadura se ha cobresoldado en un medioambiente en vacío a escala industrial a aproximadamente 595°C. Una formación de cordón similar se ha encontrado respecto a ciclo de cobresoldado CAB.

15 Así, el producto laminar adicional de cobresoldadura de acuerdo con esta invención puede cobresoldarse con éxito tanto en un medioambiente de CAB como de VB. VB se ha logrado a niveles de Mg significativamente menores en el producto laminar de cobresoldadura dando como resultado una menor emisión de Mg y consecuentemente aumentó el intervalo de mantenimiento del horno en vacío.

Ejemplo 2

20 El material laminar de cobresoldadura de cinco capas del Ejemplo 1 se ha conformado y se ha aplicado en un montaje de componentes que forman un enfriador de aceite. Este enfriador de aceite se construyó a partir de placas que tienen que cobresoldar tanto interna como externamente también. Debido al largo ciclo de cobresoldado era necesario fundir el exterior del enfriador de aceite para facilitar la cobresoldadura evitando una oxidación excesiva, mientras las superficies internas del enfriador de aceite no se han fundido. Los enfriadores de aceite se han cobresoldado en un horno de cobresoldado de atmósfera controlada a escala industrial.

25 De las observaciones quedó claro que las superficies internas no fundidas así como las superficies externas fundidas mostraban cordones bien redondeados que proporcionarán entre otras una mejora resistencia a la fatiga.

Ejemplo 3

30 Usando condiciones de fabricación similares como las que se señalan en el Ejemplo 1 anteriormente para comparación, se ha fabricado un producto laminar de cobresoldadura de 1 mm que consiste en una capa central chapada en ambas caras con una capa chapada de aleación de Al-Si. La capa de aleación central tenía una composición de 0,25% de Fe, 0,1% de Si, 0,2% de Mg, 0,5% de Cu, 1,0% de Mn, resto de aluminio e impurezas, y la capa de chapado tenía una composición de 12,7% de Si y 0,3% de Fe, el resto aluminio e impurezas.

35 Se ha evaluado la capacidad de cobresoldadura bajo una condición similar de cobresoldadura CAB respecto a un material laminar de cobresoldadura de 5 capas del Ejemplo 1, y se ha encontrado que no se daba la formación de cordón.

40 En experimentos adicionales, se ha encontrado en el producto laminar de cobresoldadura comparativo, que la aplicación de un material de revestimiento delgado de aluminio que tenga sólo 0,3% de Fe y 0,5% de Si mejoraba ligeramente la formación de cordón en aproximadamente un 25%. Este delgado material de revestimiento está de acuerdo con la enseñanza del documento EP-1306207-B1 de la técnica anterior.

45 Los resultados experimentales adicionales mostraron que si no está presente el Mg en el material laminar de cobresoldadura (ni en la capa central ni en cualquier capa aplicada en la parte superior de la capa central) no hay tampoco formación de un cordón en una situación de atmósfera controlada cuando no se aplica fundente de cobresoldadura. La adición de una pequeña cantidad de Mg en la segunda capa chapada de aleación de Al-Si en combinación con un primer material de la capa chapada de Al-Si que no tiene adición de Mg mejora la capacidad de cobresoldadura en condiciones CAB sin un fundente de cobresoldadura. Sin embargo, el contenido en este segundo material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si no debería ser demasiado alto si uno es para obtener una buena formación de cordón. Resultados mejorados adicionales se obtienen cuando la segunda capa chapada de cobresoldadura de aleación de Al-Si contiene en combinación Bi y Mg en el intervalo reivindicado junto con una
50 segunda capa de material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si. Bi se añade como uno de los posibles agentes humectantes. Se obtenían buenos resultados con niveles de Si de aproximadamente 3% y de aproximadamente 12% en la primera capa de cobresoldadura chapada de aleación de Al-Si.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un material laminar de cobresoldadura que comprende una capa de aleación central de aluminio provista con un primer material de capa chapada de cobresoldadura en una o ambas caras de dicha capa central de aluminio y al menos un segundo material laminar chapado de cobresoldadura colocado entre la capa de aleación central de aluminio y el primer material laminar chapado de cobresoldadura, en el que el segundo material laminar chapado de cobresoldadura es un material de cobresoldadura de aleación de Al-Si que tiene 5 a 20% de Si y 0,01 a 3% de Mg, y en el que el primer material laminar chapado de cobresoldadura es un material de cobresoldadura de aleación de Al-Si que tiene 6 a 14% de Si y menos que 0,01% de Mg.
- 2.- Un material laminar de cobresoldadura de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el segundo material laminar chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si tiene un contenido de Mg en un intervalo de 0,01 a 1% y, preferiblemente, en un intervalo de 0,01 a 0,50%.
- 3.- Un material laminar de cobresoldadura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la suma del contenido de Mg en el primero y en el segundo material laminar chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si no supera el 0,25% y, preferiblemente, no supera el 0,10%.
- 4.- Un material laminar de cobresoldadura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el primer material laminar chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si tiene una composición dentro del intervalo de aleación de aluminio de las series AA4045 o AA4343.
- 5.- Un material laminar de cobresoldadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el segundo material laminar chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si contiene además uno o más elementos humectantes, preferiblemente seleccionados del grupo constituido por Bi, Pb, Li, Sb, Se, Y y Th, y en el que la cantidad total de los elementos humectantes está en el intervalo de 0,01 a 0,5%.
- 6.- Un material laminar de cobresoldadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el segundo material laminar chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si contiene además Bi como elemento humectante en un intervalo de 0,01% a 0,5%, y preferiblemente en un intervalo de 0,01% a 0,25%.
- 7.- Un material laminar de cobresoldadura de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el exceso de Mg con respecto a la composición estequiométrica de Bi_2Mg_3 es 0,07% o menos, y preferiblemente 0,05% o menos.
- 8.- Un material laminar de cobresoldadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el primer material laminar chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si contiene además uno o más elementos humectantes, preferiblemente seleccionados del grupo constituido por Bi, Pb, Li, Sb, Se, Y y Th, y en el que la cantidad total de los elementos humectantes está en el intervalo de 0,01 a 0,5%.
- 9.- Un material laminar de cobresoldadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que cada primera y segunda capas del material laminar chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si puede contener además hasta 0,8% de Fe, y hasta 0,2% de Ti, y el resto las inevitables impurezas y aluminio.
- 10.- Un material laminar de cobresoldadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que cada primera y segunda capas del material laminar chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si puede contener además uno o más de los elementos seleccionados del grupo constituido por 0,1% a 8% de Zn, 0,01% a 1% de In, 0,01% a 1% de Sn, y 0,01% a 1% de Ge.
- 11.- Un material laminar de cobresoldadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la primera capa de material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si tienen un espesor que es 3% a 15% de todo el espesor de dicho producto laminar de cobresoldadura de aleación de aluminio, y la segunda capa de material chapado de cobresoldadura de aleación de Al-Si tiene un espesor de 3% a 20% de todo el espesor de dicho producto laminar de cobresoldadura de aleación de aluminio.
- 12.- Un procedimiento de fabricar un montaje de componentes cobresoldados, que comprende las etapas de:
- conformar los componentes de los que al menos uno se fabrica de un material laminar de cobresoldadura de aluminio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11;
 - ensamblar los componentes en un montaje;
 - cobresoldar el montaje sin aplicar fundente en una atmósfera de gas inerte a una temperatura de cobresoldadura durante un período suficientemente largo para la fusión y dispersión del material de carga;
 - enfriar el montaje cobresoldado.

ES 2 381 166 T3

13.- Un procedimiento de fabricar un montaje de componentes cobresoldados, que comprende las etapas de:

- a. conformar los componentes de los que al menos uno se fabrica de un material laminar de cobresoldadura de aluminio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11;
- b. ensamblar los componentes en un montaje;
- 5 c. cobresoldar el montaje sin aplicar fundente en atmósfera con vacío a una temperatura de cobresoldadura durante un período suficientemente largo para la fusión y dispersión del material de relleno;
- d. enfriar el montaje cobresoldado.

14.- Un artículo que comprende al menos dos miembros conformados unidos por cobresoldado, que incorpora al menos el material laminar de cobresoldadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, como uno de los miembros conformados.

15.- Un artículo de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el artículo es un enfriador de aceite o un tubo-B.