

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 449**

51 Int. Cl.:

B23K 1/00	(2006.01)
B23K 1/19	(2006.01)
B23K 1/20	(2006.01)
B23K 35/36	(2006.01)
B23K 35/362	(2006.01)
C21D 9/50	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2015 PCT/EP2015/058155**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2015 WO15158767**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2015 E 15716056 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018 EP 3131699**

54 Título: **Proceso de soldadura de aleaciones de aluminio y un fundente**

30 Prioridad:

16.04.2014 EP 14164856

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

09.10.2018

73 Titular/es:

**SOLVAY SA (100.0%)
Rue de Ransbeek, 310
1120 Bruxelles, BE**

72 Inventor/es:

**SESEKE-KOYRO, ULRICH y
BECKER, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 685 449 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

Proceso de soldadura de aleaciones de aluminio y un fundente

La presente invención se refiere a un proceso de soldadura de aleaciones de aluminio que contienen magnesio, y un fundente adecuado.

5 Se conoce bien en la técnica que la soldadura de piezas de aluminio se puede realizar utilizando fundentes basados en fluoroaluminatos de metales alcalinos. Generalmente se considera que los fundentes de este tipo no son corrosivos. Por ejemplo, se describe un fundente en la patente de EE.UU. 4.579.605 que comprende 5 % a 95 % en peso de K_2AlF_5 o su hidrato; el resto es $KAlF_4$. El fundente se puede preparar por disolución de hidróxido de aluminio en ácido fluorhídrico que tiene una concentración de 5 % a 40 % en peso para dar una relación Al:F de 1:4 a 1:4,5 y neutralización de dicha mezcla con carbonato o hidróxido de potasio para dar una relación Al:K de 1:1-1,5.

10 La adición de magnesio al aluminio para formar aleación de aluminio y magnesio mejora la capacidad de conformación, resistencia a la corrosión y resistencia a la tracción de las piezas fabricadas con la anterior. Por otra parte, la soldadura de dichas aleaciones con fundentes basados en fluoroaluminato de potasio resulta cada vez más difícil a medida que aumenta el contenido en Mg de la aleación. Ya era sabido que la adición de fluoroaluminato de cesio a los fundentes basados en fluoroaluminato mejoraba las propiedades de soldadura del fundente, en vista de las aleaciones de aluminio y magnesio. Véase, por ejemplo, el documento CA 1.239.525.

15 La solicitud de patente japonesa JP-S6199569 desvela un método de soldadura de aluminio usando un fundente que contiene, por una parte, 73,6 % en peso de $KAlF_4$ y 0,2 a 18,4 % en peso de KF, y, por otra parte, 0,1 a 8,0 % en peso, de uno o más aditivos del grupo que consiste en LiF, NaF y CaF_2 . Según los ejemplos, el contenido de KF en el fundente usado es de 9,8 a 11 % en peso.

Sin embargo, el proceso y los fundentes para soldar piezas fabricadas con aleaciones de aluminio y magnesio siguen abiertos a mejoras.

25 Según un aspecto, la invención se refiere a un proceso de soldadura de piezas de una aleación de aluminio que comprende igual o más de 0,5 % en peso de magnesio en la interfase, que comprende la etapa de aplicar un fundente de soldadura a al menos una de las piezas a unir, una etapa de ensamblar las piezas a unir y una etapa de calentar las piezas a unir a una temperatura igual o superior a 450 °C para proporcionar las piezas unidas soldadas, en el que el fundente de soldadura comprende igual o más de 65 % en peso, preferentemente igual o más de 80 % en peso, con respecto al peso total del fundente de soldadura, de un primer componente e igual o más de 3 % en peso de un segundo componente, con respecto al peso total de fundente de soldadura, con la condición de que el primer componente y el segundo componente no sean idénticos, y en el que el primer componente se selecciona entre tetrafluoroaluminatos monoalcalinos seleccionados entre $KAlF_4$, $CsAlF_4$ y sus mezclas, y el segundo componente es al menos un compuesto de metal alcalino o alcalinotérreo seleccionado del grupo que consiste en $KAlF_4$, $CsAlF_4$, Li_3AlF_6 , CaF_2 , $CaCO_3$, MgF_2 , $MgCO_3$, SrF_2 , $SrCO_3$, BaF_2 , $BaCO_3$, y mezclas de dos o más de los mismos; preferentemente con la condición de que, si comprende al menos un compuesto seleccionado del grupo que consiste en LiF, NaF y CaF_2 , el contenido de KF libre es menor de 0,1 % en peso, con respecto al peso total del fundente de soldadura.

35 La condición de que, si se incluye al menos un compuesto seleccionado del grupo que consiste en LiF, NaF y CaF_2 , el contenido de KF libre es menor de 0,1 % en peso, con respecto al peso total del fundente de soldadura, se refiere a la presencia de cantidades eficaces; la condición se refiere a la presencia de al menos un compuesto seleccionado del grupo que consiste en LiF, NaF y CaF_2 si la suma de todos los compuestos de este grupo es igual o superior a 0,1 % en peso, más preferentemente inferior a 0,05 % en peso. El término "libre", por ejemplo con respecto a KF libre, indica la sal binaria, por ejemplo KF que está presente como tal, así no complejada, por ejemplo en la forma de fluoroaluminatos de potasio. El fundente de soldadura comprende igual o superior a 80 % en peso, con respecto al peso total del fundente de soldadura, de $CsAlF_4$, o, igual o superior a 80 % en peso de $KAlF_4$, con respecto al peso total del fundente de soldadura, o ambos $KAlF_4$ y $CsAlF_4$, cuya suma es igual o superior a 80 % en peso.

45 La expresión "en la interfase" se explica a continuación. Si dos piezas de una aleación de Al o Al-Mg se ensamblan para ser soldadas, las superficies que forman una unión se denomina "interfase". Se suma el porcentaje de Mg de ambas piezas y, el resultado de la suma proporciona el porcentaje de Mg en la interfase. Por ejemplo, si se ensamblan dos piezas con 0,5 % en peso de Mg, el contenido de Mg en la interfase es 1 % en peso. Si una pieza que comprende 1 % en peso de Mg se ensambla con una pieza que no contiene Mg, el contenido de Mg en la interfase es también el 1% en peso.

55 El límite superior del contenido de Mg en la interfase depende de las condiciones de soldadura. Por ejemplo, si se usa una soldadura a la llama (es decir, que proporciona calor con una llama abierta) para soldar las piezas, el contenido de Mg puede ser de hasta 2 % en peso en la interfase, e incluso mayor. Si la soldadura se realiza según la soldadura en atmosfera controlada, es decir, el calor se proporciona por instalaciones eléctricas y el aumento de temperatura de las piezas es más lento al obtenido cuando se usa la llama, el contenido de Mg en la interfase es preferentemente igual o inferior a 1,5 % en peso, más preferentemente igual o inferior a 1,4 % en peso.

La temperatura de soldadura depende de la naturaleza del fundente. Si el primer componente está predominantemente o completamente constituido por CsAlF_4 , la temperatura de la soldadura puede ser de tan solo 450 °C. Si el primer componente está predominantemente o completamente constituido por KAlF_4 , la temperatura de soldadura preferentemente es igual o superior a 560 °C. Aquí, el límite superior es frecuentemente de 610 a 625 °C.

5 En una realización preferida, el primer componente consiste esencialmente en KAlF_4 .

Preferentemente, el segundo componente se selecciona del grupo que consiste en CsAlF_4 , Li_3AlF_6 , CaF_2 , MgF_2 , SrF_2 , BaF_2 , y mezclas de dos o más de los mismos.

Si está presente un compuesto que contiene Mg, el fundente contiene preferentemente menos de 1 % en peso de la suma de los compuestos que contienen Mg tales como MgF_2 o MgCO_3 .

10 Más preferentemente, el segundo componente se selecciona del grupo que consiste en CsAlF_4 , Li_3AlF_6 , BaF_2 , y mezclas de dos o más de los mismos. Especialmente preferentemente, el segundo componente comprende CsAlF_4 y Li_3AlF_6 , y opcionalmente también BaF_2 .

La suma del contenido de KF libre, NaF libre o complejado, LiF libre y CaF_2 es inferior a 0,1 % en peso, más preferentemente inferior a 0,05 % en peso, con respecto al contenido total del fundente.

15 Preferentemente, el segundo componente está presente en una cantidad igual o mayor a 2 % en peso, más preferentemente en una cantidad igual o mayor a 3 % en peso, y frecuentemente, en una cantidad igual o mayor a 5 % en peso.

Preferentemente, el segundo componente está presente en una cantidad igual o inferior a 30 % en peso, más preferentemente, en una cantidad igual o inferior a 20 % en peso. Si están presentes dos o más de dichos componentes anteriormente mencionados que pertenecen al grupo de segundos componentes, su cantidad total es igual o inferior a 30 % en peso.

25 Si están presentes, CaF_2 o CaCO_3 están preferentemente contenidos en una cantidad igual o mayor a 5 % en peso. Si están presentes, MgF_2 o MgCO_3 están preferentemente contenidos en una cantidad igual o mayor a 5 % en peso. Si están presentes, SrF_2 o SrCO_3 están preferentemente contenidos en una cantidad igual a o mayor a 5 % en peso. Si están presentes, BaF_2 o BaCO_3 están preferentemente contenidos en una cantidad igual a o mayor a 5 % en peso. Si están presentes mezclas de fluoruros y/o carbonatos, entonces su contenido total es preferentemente igual o mayor a 5 % en peso.

Si está presente, CsAlF_4 está presente preferentemente en una cantidad igual o mayor a 1 % en peso.

Si está presente, Li_3AlF_6 está preferentemente presente en una cantidad igual o mayor a 1 % en peso.

30 Si están presentes, CaF_2 o CaCO_3 están preferentemente contenidos en una cantidad igual o inferior a 20 % en peso. Si están presentes, MgF_2 o MgCO_3 están preferentemente contenidos en una cantidad igual o inferior a 30 % en peso. Si están presentes, SrF_2 o SrCO_3 están preferentemente contenidos en una cantidad igual o mayor a 30 % en peso. Si están presentes, BaF_2 o BaCO_3 están preferentemente contenidos en una cantidad igual o inferior a 30 % en peso. Si están presentes mezclas de fluoruros y/o carbonatos, entonces la suma de su contenido es preferentemente igual o inferior a 30 % en peso.

35 Si está presente, CsAlF_4 está preferentemente presente en una cantidad igual o inferior a 10 % en peso, más preferentemente, igual o inferior a 5 % en peso.

Si está presente, Li_3AlF_6 está preferentemente presente en una cantidad igual o inferior a 8 % en peso.

40 Los intervalos especialmente preferidos son: CaF_2 o MgF_2 en una cantidad de 5 a 20 % en peso, SrF_2 o BaF_2 en una cantidad de 10 a 20 % en peso; una combinación de SrF_2 o BaF_2 en una cantidad total de 10 a 20 % en peso; CsAlF_4 en una cantidad de 1 a 5 % en peso; Li_3AlF_6 en una cantidad de 1 a 8 % en peso; CsAlF_4 en una cantidad de 1 a 5 % en peso y Li_3AlF_6 en una cantidad de 1 a 8 % en peso.

45 Más preferentemente, el segundo componente se selecciona del grupo que consiste en CsAlF_4 , Li_3AlF_6 , BaF_2 , y mezclas de dos o más de los mismos; y aún más preferentemente, el segundo componente es una composición que consiste en CsAlF_4 y Li_3AlF_6 ; y opcionalmente adicionalmente BaF_2 .

Se usan fundentes de soldadura altamente preferidos que comprenden, o consisten en, KAlF_4 en un intervalo de igual o mayor a 80 a igual o inferior a 98 % en peso, CsAlF_4 en un intervalo de igual o mayor a 1 % en peso a igual o inferior a 10 % en peso, Li_3AlF_6 en un intervalo de igual o mayor a 1 % en peso a igual o inferior a 10 % en peso, y BaF_2 en un intervalo de 0 a igual o inferior a 15 % en peso.

50 Los fundentes de soldadura preferidos se proporcionan en las Tablas 1 a 4.

ES 2 685 449 T3

Tabla 1: Fundentes de soldadura preferidos para su uso en soldaduras de Al-Mg

KAIF ₄ [% en peso]	AEF ₂ [% en peso]	Li ₃ AlF ₆ [% en peso]	CsAlF ₄ [% en peso]
80	CaF ₂ 20	0	0
80	MgF ₂ 20	0	0
80	SrF ₂ 20	0	0
80	BaF ₂ 20	0	0
80	SrF ₂ 10 BaF ₂ 10	0	0
85	SrF ₂ 15	0	0
85	BaF ₂ 15	0	0
85	SrF ₂ 5 SrF ₂ 10	0	0
82	CaF ₂ 15	0	3
82	SrF ₂ 15	0	3
82	MgF ₂ 15	0	3
82	BaF ₂ 15	0	3
82	SrF ₂ 7,5 BaF ₂ 7,5	0	3
80	CaF ₂ 12	5	3
80	MgF ₂ 12	5	3
80	SrF ₂ 12	5	3
80	BaF ₂ 12	5	3
80	SrF ₂ 6 BaF ₂ 6	5	3
90	CaF ₂ 10	0	0
90	MgF ₂ 10	0	0
90	SrF ₂ 10	0	0
90	BaF ₂ 10	0	0
90	SrF ₂ 5 BaF ₂ 5	0	0
94	--	2	4
93	--	4	3
84	BaF ₂ 10	2	4
83	BaF ₂ 10	4	3

"AEF₂" denota fluoruro de metal alcalinotérreo.

Si se desea, se puede introducir KAIF₄ en forma de mezclas comercialmente disponibles con K₂AlF₅ o sus hidratos. Dicha mezcla que comprende aproximadamente 80 % en peso de KAIF₄ y aproximadamente 20 % en peso de

K_2AlF_5 o sus hidratos está disponible de Solvay Fluor GmbH con el nombre comercial Nocolok®. Las mezclas preferidas de este tipo se proporcionan en la Tabla 2.

Tabla 2: Fundentes de soldadura preferidos para su uso la soldadura de aleaciones de Al-Mg con una mezcla de $KAlF_4$ y K_2AlF_5 (4:1 p/p).

Mezcla de $KAlF_4/K_2AlF_5$ [% peso]	AEF_2 [% peso]	$CsAlF_4$ [% peso]	Li_3AlF_6 [% peso]
85	CaF_2 15	--	--
85	MgF_2 15	--	--
85	SrF_2 15	--	--
85	BaF_2 15	--	--
90	CaF_2 10	--	--
90	SrF_2 10	--	--
90	BaF_2 10	--	--
84	BaF_2 10	2	4
93	--	4	3
94	--	2	4
83	BaF_2 10	4	3
60	$KAlF_4$ 30 BaF_2 10	--	--

5

Si se desea, se pueden introducir $KAlF_4$ y Li_3AlF_6 en forma de mezclas comercialmente disponibles con K_2AlF_5 o sus hidratos. Dicha mezcla, que comprende aproximadamente 77 % en peso de $KAlF_4$, aproximadamente 19 % en peso de K_2AlF_5 o sus hidratos, y aproximadamente 4 % en peso de Li_3AlF_6 , está disponible de Solvay Fluor GmbH con el nombre comercial Nocolok®-Li. Las mezclas preferidas de este tipo se proporcionan en la Tabla 3.

10 Tabla 3: Fundentes de soldadura preferidos para su uso en la soldadura de aleaciones de Al-Mg con una mezcla de $KAlF_4$, K_2AlF_5 y Li_3AlF_6 (77:19:4 p/p/p)

Mezcla de $KAlF_4 / K_2AlF_5 / Li_3AlF_6$ [% en peso]	AEF_2 [% en peso]	$CsAlF_4$ [% en peso]
90	CaF_2 10	-
90	MgF_2 10	-
90	SrF_2 10	-
90	BaF_2 10	-
87	CaF_2 10	3
87	MgF_2 10	3
87	SrF_2 10	3
87	BaF_2 10	3

15 Si se desea, se pueden introducir $KAlF_4$ y $CsAlF_4$ en forma de mezclas comercialmente disponibles con K_2AlF_5 o sus hidratos. Dicha mezcla, que comprende aproximadamente 79 % en peso de $KAlF_4$, aproximadamente 19 % en peso de K_2AlF_5 o sus hidratos, y aproximadamente 2 % en peso de $CsAlF_4$, está disponible de Solvay Fluor GmbH con el nombre comercial Nocolok®-Cs. Las mezclas preferidas de este tipo se proporcionan en la Tabla 4.

Tabla 4: Fundentes de soldadura con cobre preferidos para su uso en la soldadura con cobre de aleaciones de Al-Mg con una mezcla de $KAlF_4$, K_2AlF_5 y $CsAlF_4$ (79:19:2 p/p/p)

Mezcla de $KAlF_4$ / K_2AlF_5 / $CsAlF_4$ [% en peso]	AEF_2 [% en peso]	Li_3AlF_6 [% en peso]
90	CaF_2 10	--
90	SrF_2 10	--
90	BaF_2 10	--
87	BaF_2 10	3

5 Según una realización preferida, el primer componente es $KAlF_4$ en una cantidad igual o mayor a 80 % en peso con respecto al peso total del fundente de soldadura, y el segundo componente está presente en una cantidad igual o mayor a 5 % en peso, con respecto al peso total del fundente de soldadura, y se selecciona del grupo que consiste en $CsAlF_4$, Li_3AlF_6 y una mezcla de ambos; además, pueden estar presentes CaF_2 , MgF_2 , SrF_2 , BaF_2 , y mezclas de dos o más de los mismos.

10 Si el fundente no consiste en dicho primer y segundo componentes, el resto hasta 100 % en peso está constituido por otros fundentes conocidos en la materia, preferentemente, K_2AlF_5 o $K_2AlF_5 \cdot H_2O$. Preferentemente, el contenido de K_3AlF_6 es inferior a 1 % en peso, incluyendo 0 % en peso.

Se prefiere que $KAlF_4$ sea esencialmente el único fluoroaluminato de potasio en el fundente de soldadura. El contenido total de K_2AlF_5 , su hidrato y de K_3AlF_6 , si está presente, es preferentemente igual o inferior a 5 % en peso, con respecto al peso total del fundente de soldadura.

15 Según una realización, el fundente de soldadura consiste en dicho primer y segundo componentes.

El proceso de soldadura se puede realizar aplicando el fundente de soldadura según el método de fundente en seco. El fundente se puede proporcionar, por ejemplo, en la superficie de los objetos a soldar por transporte neumático y se adhiere mecánicamente a la superficie de los objetos a soldar.

20 Si el fundente de soldadura no se aplica según el método de fundente en seco, se aplica según el método de fundente en húmeda. En el método de fundente en húmedo, se aplica una composición de fundente de soldadura que contiene el fundente y los aditivos; vehículos líquidos tales como agua o alcoholes se consideran aditivos en la presente invención.

25 La composición de fundente de soldadura, por ejemplo, se puede pulverizar sobre al menos una de las piezas a unir, se puede pintar sobre su superficie con brochas, o se puede aplicar sumergiendo las piezas en la composición líquida.

30 Según una realización, la composición de fundente de soldadura de la presente invención se aplica según el método de fundente en húmedo y contiene el fundente de soldadura suspendido en agua, líquidos orgánicos exentos de agua, o líquidos orgánicos acuosos. Los líquidos preferidos son los que tienen un punto de ebullición a presión ambiente (1 bar abs (100 kPa)) igual o inferior a 350 °C. La expresión "suspendido en agua" no excluye que una parte de la composición de fundente se disuelva en el líquido; este puede ser el caso especialmente cuando están contenidos agua o líquidos orgánicos acuosos. Los líquidos que se prefieren son agua desionizada, alcoholes alifáticos mono-, di- o tribásicos, especialmente aquellos con 1 a 4 átomos de carbono, por ejemplo, metanol, etanol, isopropanol o etilenglicol, o alquil éteres de glicol, en los que alquilo indica preferentemente alquilo C1 a C4 alifático lineal o alquilo C3 a C4 ramificado. Ejemplos no limitantes son monoalquil éteres de glicol, por ejemplo 2-metoxietanol o dietilenglicol, o dialquil éteres de glicol, por ejemplo, dimetilglicol (dimetoxietano). También son muy adecuadas las mezclas que comprenden dos o más de los líquidos. Son especialmente adecuados isopropanol o las mezclas que contienen isopropanol.

En otra realización preferida, la composición que comprende el fundente de soldadura y un líquido también contiene aditivos adicionales que mejoran las propiedades de la composición del fundente de soldadura.

40 En una realización especialmente preferida, el fundente de soldadura está presente en forma de una composición de fundente en la que el fundente se suspende en un líquido que también contiene un aglutinante. Los aglutinantes mejoran, por ejemplo, la adhesión del fundente de soldadura después de su aplicación sobre las piezas que van a soldarse. Así, el método de fundente en húmedo que usa una composición de fundente de soldadura que comprende el fundente de soldadura, aglutinante y agua, líquido orgánico o líquido orgánico acuoso, es una
45 realización preferida del proceso de soldadura de la presente invención. El líquido sirve de disolvente para algunos aditivos o de vehículo para dispersar el fundente u otros componentes insolubles de la composición.

- Se pueden seleccionar aglutinantes adecuados, por ejemplo, del grupo que consiste en polímeros orgánicos. Estos aglutinantes forman un recubrimiento sobre las piezas de aluminio o piezas de aleación de aluminio cuando están físicamente secas (es decir, forman un recubrimiento sólido una vez que el líquido se ha eliminado por evaporación), o cuando se secan químicamente (forman un recubrimiento sólido, por ejemplo, bajo la influencia de sustancias químicas, por ejemplo oxígeno o luz, que causa una reticulación de las moléculas, o por un tratamiento térmico que provoca una reticulación). Ambos mecanismos pueden ocurrir simultáneamente. Los polímeros adecuados incluyen polímeros que están presentes en la composición en forma de una dispersión de partículas sólidas dispersas en el líquido, y los polímeros que están presentes en forma de una disolución disuelta en el líquido. Los aglutinantes altamente adecuados son poliolefinas, por ejemplo, cauchos de butilo, poliuretanos, resinas, ftalatos, poliácridatos, polimetacrilatos, resinas de vinilo, resinas epoxi, nitrocelulosa, poli(acetatos de vinilo) o poli(alcoholes vinílicos). Las composiciones de fundentes de soldadura que contienen agua como líquido y polímero soluble en agua, o un polímero disperso en agua, por ejemplo, poli(alcohol vinílico) o poliuretano, son especialmente adecuadas, debido a que tienen la ventaja de que, durante el proceso de soldadura, el agua se evapora en lugar de líquidos orgánicos posiblemente inflamables.
- Las composiciones pueden incluir otros aditivos que mejoran las propiedades de la composición, por ejemplo, estabilizadores de suspensión, tensioactivos, especialmente tensioactivos no iónicos, por ejemplo Antarox BL 225, una mezcla de alcoholes etoxilados y propoxilados C8 a C10 lineales, espesantes, por ejemplo metil butil éter, agentes tixotrópicos, por ejemplo gelatina o pectinas, o una cera como se describe en el documento EP-A 1808264.
- El contenido del fundente de soldadura en la composición de fundente de soldadura total (incluyendo, por ejemplo, líquido o líquidos, agentes tixotrópicos, tensioactivos y aglutinantes, si están presentes) es generalmente igual o mayor a 0,75 % en peso. Preferentemente, el contenido del fundente de soldadura en la composición de fundente es igual o superior a 1 % en peso. Más preferentemente, el contenido de fundente de soldadura en la composición de fundente de soldadura es igual o superior a 5 % en peso, muy preferentemente igual o superior a 10% en peso de la composición de fundente total.
- Generalmente, el contenido de fundente de soldadura en la composición de fundente de soldadura es igual o inferior a 70 % en peso. Preferentemente, es igual o inferior a 50 % en peso.
- El aglutinante, si está presente, está generalmente contenido en una cantidad igual o superior a 0,1% en peso, preferentemente igual o superior a 1 % en peso de la composición de fundente de soldadura total. El aglutinante, si está presente, está generalmente contenido en una cantidad igual o inferior a 30 % en peso, preferentemente igual o inferior a 25 % en peso de la composición de fundente de soldadura total.
- El agente tixotrópico, si está presente, está generalmente contenido en una cantidad igual o superior a 1 % en peso de la composición de fundente de soldadura total. Generalmente, si está presente, está contenido en una cantidad igual o inferior a 20 % en peso, preferentemente en una cantidad igual o inferior a 10 % en peso.
- El espesante, si está presente, está generalmente contenido en una cantidad igual o superior a 1 % en peso, preferentemente igual o superior a 5 % en peso de la composición de fundente de soldadura total. Generalmente, el espesante, si está presente, está contenido en una cantidad igual o inferior a 15 % en peso, preferentemente igual o inferior a 10 % en peso de la composición de fundente de soldadura total.
- Las composiciones de fundente de soldadura altamente adecuadas para aplicaciones en húmedo contienen 10 a 70 % en peso del fundente de soldadura, 1 a 25 % en peso de aglutinante, 0 a 15 % en peso de un espesante, 0 a 10 % en peso de un agente tixotrópico, y 0 a 5 % en peso de otros aditivos, por ejemplo, un tensioactivo o una suspensión estabilizante. Preferentemente, el resto hasta 100 % en peso es agua, un disolvente orgánico o un disolvente orgánico acuoso; el agua es especialmente preferida.
- En otra realización, la composición de fundente está exenta de cualquier agua o líquido orgánico acuoso, pero contiene el fundente (y, si se desea, aditivos, por ejemplo, tensioactivos, espesantes o agentes tixotrópicos) como se ha descrito anteriormente, y un polímero orgánico soluble en agua que está presente como aglutinante, en forma de un envase soluble en agua para el fundente. Por ejemplo, el poli(alcohol vinílico) es muy adecuado como envase soluble en agua para el fundente como se describe en la publicación de solicitud de patente de EE.UU. 2006/0231162. Dichos envases se pueden manipular sin formación de polvo y, después de la adición de agua o disolventes orgánicos acuosos, forman una suspensión del fundente en agua mientras que el polímero soluble en agua se disuelve y proporciona la función aglutinante.
- La suspensión se puede aplicar de manera conocida, por ejemplo, mediante pulverización, pintura o sumergiendo las piezas a unir en la suspensión.
- Si se desea, las piezas recubiertas con la composición de fundente se pueden secar antes de la soldadura y después soldarse, o secarse y la soldadura se puede realizar inmediatamente después, una detrás de otra.
- Los componentes se pueden aplicar por separado a las piezas o en forma de un fundente de soldadura premezclado.

- El peso por unidad de superficie del fundente de soldadura aplicado a las piezas a soldar es preferentemente igual o superior a 4 g/m^2 . Más preferentemente, es igual o superior a 5 g/m^2 . Preferentemente, es igual o inferior a 50 g/m^2 , especialmente preferentemente igual o inferior a 20 g/m^2 . Si se aplica una composición de fundente de soldadura, la carga de fundente es correspondientemente mayor para conseguir la carga de fundente de soldadura anteriormente mencionada. Si, para dar un ejemplo de cálculo, se aplica una composición de fundente de soldadura que comprende 50 % en peso del fundente de soldadura, entonces la carga de la composición de fundente de soldadura es preferentemente igual o superior a 8 g/m^2 para conseguir una carga de fundente de soldadura igual o superior a 4 g/m^2 .
- El calor necesario para soldar las piezas se puede proporcionar por una llama abierta, pero también es posible calentamiento por inducción o calentamiento por medio de un láser. Se prefiere soldar según el proceso de soldadura en atmosfera controlada ("CAB") en presencia de gas N_2 o Ar.
- Generalmente, se aplica un metal fundente. Frecuentemente, se aplican fundentes que consisten en Al y Si. Se prefiere soldar piezas que estén chapadas con un fundente metálico.
- El proceso se realiza generalmente para soldar piezas de aleaciones de Al-Mg (que pueden contener otros metales) con piezas de aleaciones de Al-Mg (que pueden contener otros metales) o con piezas de Al (que pueden contener otros metales además de Mg). El contenido de Mg en las piezas depende de la carga de fundente deseada y de la suma del contenido de magnesio de las aleaciones en la interfase de las piezas a unir. Por ejemplo, si una carga de fundente en el intervalo superior, por ejemplo de 10 a 20 g/m^2 es técnicamente aceptable, se puede soldar preferentemente una interfase que comprende igual o superior a 0 % en peso a igual o inferior a 1,8 % en peso de Mg, preferentemente igual o superior a 0,8 % en peso a igual o inferior a 1,5 % en peso de Mg.
- Si se desea una carga de fundente en el intervalo inferior, por ejemplo de 4 a 10 g/m^2 , se puede soldar preferentemente una interfase que comprende igual o superior a 0 % en peso a igual o inferior a 1,0 % en peso de Mg, preferentemente igual o superior a 0,6 % en peso a igual o inferior a 1,0 % en peso de Mg.
- El contenido de Mg de la interfase se calcula sumando los porcentajes de Mg en ambas piezas a unir. Si, por ejemplo, se van a unir dos piezas cada una con 0,68 % en peso de Mg, el contenido de Mg en la interfase es $(0,68 + 0,68 =) 1,36$ % en peso. Si se va a soldar una pieza con 0,68 % en peso de Mg y una pieza con 0 % en peso de Mg, el contenido en Mg en la interfase es $(0,68 + 0 =) 0,68$ % en peso.
- Se prefiere soldar piezas con un contenido de Mg en la interfase en un intervalo de desde 0,6 hasta 1 % en peso y una carga de fundente de soldadura en el intervalo de desde 4 hasta 10 g/m^2 .
- Por ejemplo, se pueden soldar los siguientes tipos de piezas: Intercambiadores de calor (núcleos de calentador para refrigeradores de aceite/refrigeradores de agua, radiadores, aires acondicionados y piezas de los mismos, por ejemplo condensadores, evaporadores), chapa, chapa fina, aleta a tubo, placas finales (usadas como refuerzo del núcleo) soldadas a una aleta, cabezales a tubos, aleta a cabezales, tubo a tubo, tubos doblados, tubos extruidos, y accesorios, (por ejemplo, pernos y tuercas) . Otro aspecto de la presente invención se refiere a un fundente de soldadura que se puede usar en el proceso anteriormente descrito para soldar aleaciones de Al-Mg.
- La invención también se refiere a un fundente de soldadura que es adecuado para su uso en el proceso de la invención anteriormente mencionado. El fundente de soldadura reivindicado es una selección del fundente anteriormente explicado en la descripción del proceso de la invención.
- Preferentemente, el fundente de soldadura tiene un contenido de KAIF_4 que es igual o superior a 80 % en peso, con respecto al peso total del fundente.
- El fundente de soldadura de la invención comprende, con respecto al peso total del fundente de soldadura, igual o superior a 80 % en peso de un primer componente seleccionado del grupo que consiste en KAIF_4 y CsAlF_4 , y un segundo componente seleccionado del grupo que consiste en Li_3AlF_6 , CaF_2 , CaCO_3 , MgF_2 , MgCO_3 , SrF_2 , SrCO_3 , BaF_2 , BaCO_3 , y mezclas de dos o más de dichos segundos componentes; o consiste en dichos primero y segundo componentes.
- Preferentemente, el fundente de soldadura de la invención también es una selección en que el fundente de soldadura comprende obligatoriamente igual o superior a 1 % en peso de CsAlF_4 . El fundente comprende, con respecto al peso total del fundente de soldadura, igual o superior a 80 % en peso de KAIF_4 , igual o superior a 1 % en peso de CsAlF_4 , e igual o superior a 3 % en peso de al menos un componente seleccionado del grupo que consiste en Li_3AlF_6 , CaF_2 , CaCO_3 , MgF_2 , MgCO_3 , SrF_2 , SrCO_3 , BaF_2 , BaCO_3 , y mezclas de dos o más de dichos segundos componentes; o consiste en dichos componentes.
- Más preferentemente, el fundente de soldadura de la invención comprende, o consiste en, con respecto al peso total del fundente de soldadura, igual o superior a 80 % en peso de KAIF_4 , igual o superior a 1 % en peso de CsAlF_4 , e igual o superior a 3 % en peso de al menos un componente seleccionado del grupo que consiste en Li_3AlF_6 , CaF_2 , CaCO_3 , MgF_2 , MgCO_3 , SrF_2 , SrCO_3 , BaF_2 , BaCO_3 , y mezclas de dos o más de estos últimos componentes.

- 5 Preferentemente, el fundente de soldadura de la invención comprende, con respecto al peso total del fundente de soldadura, igual o superior a 80 % en peso de KAlF_4 , e igual o superior a 1 % en peso de CsAlF_4 , e igual o superior a 3 % en peso de un segundo componente seleccionado del grupo que consiste en Li_3AlF_6 , CaF_2 , CaCO_3 , SrF_2 , SrCO_3 , BaF_2 , BaCO_3 , y mezclas de dos o más de dichos segundos componentes; o consiste en KAlF_4 , CsAlF_4 y uno o más de dichos segundos componentes.
- Si el fundente no consiste en dichos componentes, el resto hasta 100 % en peso son otros componentes de fundente conocidos en la materia, preferentemente, K_2AlF_5 o $\text{K}_2\text{AlF}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Preferentemente, el contenido de K_3AlF_6 es inferior a 1 % en peso, incluyendo 0 % en peso.
- 10 En ciertas realizaciones, la suma del contenido de KF libre, NaF libre o complejo y LiF libre es inferior a 0,1 % en peso, más preferentemente, inferior a 0,05 % en peso, con respecto al contenido total del fundente de la invención. En otra realización, el fundente de la invención está esencialmente exento, y preferentemente, exento de LiF, NaF y CaF_2 .
- Preferentemente, el segundo componente se selecciona del grupo que consiste en Li_3AlF_6 , CaF_2 , MgF_2 , SrF_2 , BaF_2 , y mezclas de dos o más de dichos segundos componentes.
- 15 Una realización preferida del fundente de soldadura comprende, o consiste en, con respecto al peso total del fundente de soldadura, igual o superior a 80 % en peso de KAlF_4 , igual o superior a 1 % en peso de CsAlF_4 ; e igual o superior a 3 % en peso de un segundo componente seleccionado del grupo que consiste en Li_3AlF_6 , CaF_2 , MgF_2 , SrF_2 , BaF_2 , y mezclas de dos o más de dichos segundos componentes.
- 20 Según una realización, el fundente de soldadura consiste esencialmente en KAlF_4 , CsAlF_4 , y al menos un segundo componente seleccionado entre Li_3AlF_6 , SrF_2 , BaF_2 , y mezclas de 2 o más de los mismos. El término "esencialmente" en la presente invención indica preferentemente un contenido igual o inferior a 5 % en peso de otras sales como K_2AlF_5 , sus hidratos, y K_3AlF_6 .
- Un fundente de soldadura muy preferido consiste esencialmente en KAlF_4 , CsAlF_4 , Li_3AlF_6 e incluye opcionalmente uno o más de CaF_2 , MgF_2 , SrF_2 y BaF_2 .
- 25 Un fundente de soldadura aún más preferido consiste esencialmente en KAlF_4 , CsAlF_4 , y Li_3AlF_6 , e incluye opcionalmente BaF_2 .
- Los fundentes de soldadura altamente preferidos comprenden, o consisten en, KAlF_4 en un intervalo de desde igual o superior a 80 hasta igual o inferior a 98 % en peso, CsAlF_4 en un intervalo de desde igual o superior a 1 % en peso hasta igual o inferior a 10 % en peso, Li_3AlF_6 en un intervalo de desde igual o superior a 1 % en peso hasta igual o inferior a 10 % en peso, y BaF_2 en un intervalo de desde 0 hasta igual o inferior a 15 % en peso.
- 30 Los fundentes de soldadura aún más preferidos comprenden, o consisten en, KAlF_4 en un intervalo de desde igual o superior a 80 hasta igual o inferior a 98 % en peso, CsAlF_4 en un intervalo de desde igual o superior a 1 % en peso hasta igual o inferior a 5 % en peso, Li_3AlF_6 en un intervalo de desde igual o superior a 1 % en peso hasta igual o inferior a 8 % en peso, y BaF_2 en un intervalo de desde 0 hasta igual o inferior a 12 % en peso.
- 35 El contenido total de K_2AlF_5 y sus hidratos y de K_3AlF_6 en el fundente de soldadura es preferentemente igual o inferior a 4 % en peso, más preferentemente, igual o inferior a 3 % en peso.
- Los fundentes de soldadura anteriormente descritos se pueden fabricar mezclando los componentes separados, por ejemplo, mezclando KAlF_4 , Li_3AlF_6 , CsAlF_4 y BaF_2 , o mediante precipitación simultánea. Por ejemplo, se hace reaccionar HalF_4 con KOH, CsOH y $\text{Ba}(\text{OH})_2$ para proporcionar un fundente de soldadura que comprende tetrafluoroaluminato de potasio y cesio y BaF_2 . Aquí, el contenido de K^+ y Cs^+ es tal que se forma un complejo neutro con AlF_4^- .
- 40 Otra realización adicional de la presente invención se refiere a una composición de fundente de soldadura que comprende el fundente de soldadura como se ha descrito anteriormente y al menos un aditivo de soldadura. Los aditivos de soldadura preferidos se han descrito anteriormente, por ejemplo, líquidos, aglutinantes, estabilizantes de la suspensión, tensioactivos, espesantes y agentes tixotrópicos.
- 45 Las características preferidas del fundente de soldadura y de la composición de fundente de soldadura corresponden a las características que se han descrito anteriormente como realizaciones preferidas de los fundentes y las composiciones.
- 50 Otro aspecto adicional de la presente invención son piezas recubiertas de aluminio (que pueden contener otros metales salvo Mg) o aleaciones de aluminio-magnesio (que pueden contener otros metales), recubiertas con un fundente como se ha descrito anteriormente, o recubiertas con una composición de fundente de soldadura como se ha descrito anteriormente. La carga de fundente de soldadura preferentemente es igual o superior a 4 g/m^2 ; preferentemente, la carga de fundente es igual o inferior a 15 g/m^2 . Las piezas con una carga de fundente en el intervalo de desde 5 hasta 10 g/m^2 son especialmente preferidas. Si el fundente de soldadura está contenido en una

composición de fundente de soldadura, la carga de composición de fundente de soldadura es respectivamente más alta, como se ha explicado anteriormente. Las piezas recubiertas preferidas son: Intercambiadores de calor (y piezas de los mismos, por ejemplo, núcleos de calentador para refrigeradores de aceite/refrigeradores de agua, radiadores, aires acondicionados y piezas de los mismos, por ejemplo condensadores, evaporadores), chapa, chapa fina, aletas y tubos, placas finales (usadas como refuerzo del núcleo) a soldar a las aletas, cabezales a soldar a un tubo, aletas a soldar a cabezales, tubos a soldar a un tubo, tubos plegados, tubos extruidos, y accesorios (por ejemplo, pernos y tuercas). Por ejemplo, se pueden soldar chapas finas de aleación de Al-Mg (aletas) con un espesor igual o inferior a 0,1 mm hasta 0,06 mm, así como tubos con un espesor igual o inferior a 0,5 mm hasta 0,25 mm.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a piezas soldadas, obtenidas por soldadura de las piezas respectivas usando el fundente de soldadura de la invención, obtenido mediante soldadura de piezas recubiertas según la invención, o mediante soldadura de piezas según el proceso de la presente invención.

La ventaja del proceso de soldadura, el fundente de soldadura y la composición de fundente de soldadura anteriormente descritos es especialmente que permiten soldar aleaciones de Al-Mg con una elevada cantidad de Mg, especialmente con igual o superior a 0,5 % en peso de Mg en la interfase, y hasta 2 % en peso e incluso más. Adicionalmente, muchos de los fundentes de soldadura pueden tener un potencial de corrosión inferior a los fundentes conocidos.

En caso de que la divulgación de cualquier patente, solicitud de patente y publicación que se incorpora en la presente como referencia entre en conflicto con la descripción de la presente solicitud hasta el punto de que pueda hacer que un término no sea claro, prevalecerá la presente descripción.

Se pretende que los siguientes ejemplos ilustren la presente invención sin limitar, sin embargo, el alcance de la misma.

Ejemplos

NOTAS GENERALES:

Piezas de aluminio usadas:

a) Se usó chapa de soldadura AMAG 6951 comercialmente disponible (0,68 % de Mg, recubrimiento 4343) y material angulado AMAG de bajo recubrimiento (0,68 % de Mg) de Austria Metal AG. El contenido de Mg en la interfase intermetálica asciende a 1,36 % en peso de Mg (2 x 0,68 %) en total.

b) Se usó chapa de soldadura AMAG 6951 comercialmente disponible (0,68 % de Mg, recubrimiento 4343) y AMAG AA1050 de bajo recubrimiento angulado (Al 99,5 %) de Austria Metal AG. El contenido de Mg en la interfase intermetálica asciende a 0,68 % en peso de Mg (0,68 + 0 %) en total.

Proceso de soldadura:

Se realizó soldadura de acuerdo a un perfil normalizado CAB de soldadura por bronce y recortes de lámina de chapa de 25 por 25 mm (un solo lado) con el ángulo en la parte superior. La aplicación del fundente se realizó de forma manual (carga de fundente pesada en una balanza de precisión, gotas de isopropanol y distribución homogénea). Cada ensayo se realizó 3 veces.

Evaluación de las uniones:

Después de la soldadura, el ángulo se eliminó mediante pulido, y la sección de la interfase se analizó mediante microscopio de barrido electrónico acoplado con espectroscopia de rayos X con dispersión de energía (SEM/EDX).

Ejemplo 1: Chapa de soldadura AMAG 6951 (0,68 % de Mg, recubrimiento 4343) y material angulado AMAG de bajo recubrimiento (0,68 % de Mg)

La carga de fundentes de los Ejemplos I.X fue siempre de 10 g/m².

Ejemplo 1.1 (comparación): Soldadura Nocolok®Cs

Se usó Nocolok®Cs como fundente. SEM/EDX mostró una costura muy fina con poco menisco, y ningún menisco en parte.

Ejemplo 1.2: Soldadura con KAIF₄ y BaF₂

Se usó una mezcla de KAIF₄ (90 % en peso) y BaF₂ (10 % en peso) como fundente. SEM/EDX mostró una costura muy fina con un pequeño menisco.

Por consiguiente, la junta fue ligeramente mejor con este fundente.

Ejemplo 1.3: Soldadura con KAlF₄/CsAlF₄/Li₃AlF₆

Se usó una mezcla de KAlF₄ (94 % en peso), CsAlF₄ (2 % en peso) y Li₃AlF₆ (4 % en peso) como fundente. La soldadura se realizó 3 veces. Dos veces, se consiguió un buen resultado de soldadura.

Ejemplo 1.4: Soldadura con KAlF₄/CsAlF₄/Li₃AlF₆

- 5 Se usó una mezcla de KAlF₄ (93 % en peso), CsAlF₄ (4 % en peso) y Li₃AlF₆ (3 % en peso) como fundente. La soldadura se realizó 3 veces. La costura fue fina, el menisco fue pequeño.

Ejemplos 2.X: La carga de fundente en los ejemplos 1.X fue siempre 15 g/m².

Se repitieron los Ejemplos 1.1 a 1.4, pero con dicha carga de fundente de 15 g/m².

- 10 Todos los especímenes mostraron un pequeño menisco. Los Ejemplos 2.2 a 2.4 (según la invención) siempre mostraron un mejor resultado de soldadura que el Ejemplo de comparación 2.1.

Ejemplo 3: Soldadura con chapa de soldadura AMAG 6951 (0,68 % de Mg, recubrimiento 4343) y material AMAG AA1050 de bajo recubrimiento (99,5 % de Al)

La carga de fundente fue siempre 5 g/m².

Ejemplo 3.1 (comparación): Soldadura Nocolok®Cs

- 15 La soldadura se realizó usando Nocolok®Cs. Después de la soldadura, se observó un menisco fino parcial.

Ejemplo 3.2: Soldadura con KAlF₄, CsAlF₄ y Li₃AlF₆ (4 % en peso)

Se usó una mezcla de KAlF₄ (94 % en peso), CsAlF₄ (2 % en peso) y Li₃AlF₆ (4 % en peso) como fundente. La soldadura se realizó 3 veces. Las tres veces se observó un menisco bien desarrollado.

- 20 Los ejemplos anteriores demuestran que los fundentes según la invención son superiores a Nocolok®Cs, un fundente recomendado para la soldadura de aleaciones Al-Mg, y que comprenden aproximadamente 79 % en peso de KAlF₄, aproximadamente 19 % en peso de K₂A1F₅ o sus hidratos, y aproximadamente 2 % en peso de CsAlF₄.

Ejemplo 4: Soldadura a la llama

- 25 Se ensamblaron una chapa de soldadura y un ángulo, ambos de aleación Al-Mg con 0,75 % en peso de Mg, chapa de aleación Al-Si12, y se calentaron con llama de antorcha hasta fluidez, y entonces se fundieron los recubrimientos proporcionando un ensamblaje soldado.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso de soldadura de piezas de aleación de aluminio que comprende igual o superior a 0,5 en peso de magnesio en la interfase, que comprende una etapa de aplicar un fundente de soldadura a al menos una de las piezas a unir, una etapa de ensamblar las piezas a unir y una etapa de calentar las piezas a unir a una temperatura igual o superior a 450 °C para proporcionar las piezas unidas soldadas, en el que el fundente de soldadura comprende igual o superior a 80 % en peso, con respecto al peso total del fundente de soldadura, de un primer componente e igual o superior a 3 % en peso de un segundo componente, con respecto al peso total del fundente de soldadura, en el que el contenido de KF libre es inferior a 0,1 % en peso, con respecto al peso total del fundente de soldadura si al menos un compuesto seleccionado del grupo que consiste en LiF, NaF y CaF₂ está comprendido en el fundente, con la condición de que el primer componente y el segundo componente no sean idénticos, y en el que el primer componente se selecciona de tetrafluoroaluminatos monoalcalinos seleccionados de KAlF₄, CsAlF₄ y sus mezclas, y el segundo componente es al menos un compuesto de metal alcalino o alcalinotérreo seleccionado del grupo que consiste en KAlF₄, CsAlF₄, Li₃AlF₆, CaF₂, CaCO₃, MgF₂, MgCO₃, SrF₂, SrCO₃, BaF₂, BaCO₃, y mezclas de dos o más de los mismos.
- 10 2. El proceso de la reivindicación 1, en el que el primer componente es KAlF₄.
- 15 3. El proceso de la reivindicación 1 o 2, en el que el segundo componente se selecciona del grupo que consiste en Li₃AlF₆, CsAlF₄, CaF₂, MgF₂, SrF₂, BaF₂, y mezclas de dos o más de los mismos.
- 20 4. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el segundo componente se selecciona del grupo que consiste en Li₃AlF₆, CsAlF₄, BaF₂, y mezclas de 2 de los mismos, o mezclas de Li₃AlF₆, CsAlF₄ y BaF₂.
- 25 5. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el primer componente es KAlF₄ en una cantidad igual o superior a 80 % en peso con respecto al peso total del fundente de soldadura, y el segundo componente está presente en una cantidad igual o superior a 5 % en peso, con respecto al peso total del fundente de soldadura, y se selecciona del grupo que consiste en Li₃AlF₆, CsAlF₄, BaF₂, y mezclas de dos o más de los mismos.
- 30 6. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que se aplica adicionalmente un aditivo de soldadura.
- 35 7. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que se sueldan piezas con un contenido en magnesio de al menos 0,6 % en peso en la interfase.
- 40 8. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que se sueldan piezas de intercambiadores de calor.
9. Un fundente de soldadura, con respecto al peso total del fundente de soldadura, igual o superior a 80 % en peso de KAlF₄, e igual o superior a 1 % en peso de CsAlF₄, e igual o superior a 3 % en peso de un segundo componente seleccionado del grupo que consiste en Li₃AlF₆, CaF₂, CaCO₃, MgF₂, MgCO₃, SrF₂, SrCO₃, BaF₂, BaCO₃, y mezclas de dos o más de dichos segundos componentes.
10. El fundente de soldadura de la reivindicación 9 que comprende, con respecto al peso total del fundente de soldadura, igual o superior a 80 % en peso de KAlF₄, igual o superior a 1 % en peso de CsAlF₄, e igual o superior a 3 % en peso de un segundo componente seleccionado del grupo que consiste en Li₃AlF₆, CaF₂, MgF₂, SrF₂, BaF₂, y mezclas de dos o más de dichos segundos componentes.
11. El fundente de soldadura de la reivindicación 9 o 10 que comprende, con respecto al peso total del fundente de soldadura, igual o superior a 80 % en peso de KAlF₄, igual o superior a 1 % en peso de CsAlF₄, y en el que el segundo componente se selecciona del grupo que consiste en Li₃AlF₆, BaF₂, y sus mezclas.
12. El fundente de soldadura de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11 que consiste en KAlF₄, CsAlF₄ y Li₃AlF₆ y opcionalmente contiene además adicionalmente BaF₂.
13. Una composición de fundente de soldadura que comprende un fundente de soldadura según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10 y al menos un aditivo de soldadura.
14. Piezas recubiertas de aleaciones de aluminio o aluminio-magnesio, recubiertas con un fundente según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12 o una composición de fundente de soldadura según la reivindicación 13.