

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 256**

51 Int. Cl.:

**C22C 21/00** (2006.01)

**F28D 1/04** (2006.01)

**F28F 13/12** (2006.01)

**F28F 21/08** (2006.01)

**B32B 15/01** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2012 E 12728629 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2710162**

54 Título: **Conjunto plaqueado de aleación de aluminio para tubo de intercambiador de calor con plaqueado protector interior y perturbador soldado**

30 Prioridad:

**20.05.2011 FR 1101559**

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

**16.06.2016**

73 Titular/es:

**CONSTELLIUM NEUF-BRISACH (100.0%)**

**Zip Rhenane Nord, Rd 52**

**68600 Biesheim, FR**

72 Inventor/es:

**PERRIN, ELODIE;**

**HENRY, SYLVAIN y**

**GERBER, LIONEL**

74 Agente/Representante:

**MIR PLAJA, Mireia**

**ES 2 574 256 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

Conjunto plaqueado de aleación de aluminio para tubo de intercambiador de calor con plaqueado protector interior y perturbador soldado

5

### Antecedentes de la invención

La invención se refiere al ámbito de las chapas de soldadura para tubos de intercambiadores de calor realizados con aleaciones de aluminio, especialmente los que se utilizan para el enfriamiento o la optimización del rendimiento de los motores, la calefacción o el aire acondicionado del habitáculo.

10

Se refiere más particularmente a los tubos de intercambiadores sometidos a un entorno corrosivo riguroso como los tubos de refrigeradores de aire de sobrealimentación sometidos a una recirculación de los gases de escape, y generalmente provistos de un perturbador destinado a mejorar el intercambio de calor por aumento de la superficie de intercambio y perturbación de la circulación del fluido interior.

15

### Estado de la técnica

Hoy en día, las aleaciones de aluminio son las que más se utilizan en la fabricación de intercambiadores de calor para la automoción debido a su poca densidad que permite un ahorro de peso, especialmente con respecto a las aleaciones cuprosas, y garantiza a la vez buena conducción térmica, facilidad de uso y buena resistencia a la corrosión.

20

Salvo indicación contraria, todas las aleaciones de aluminio de las que se trate más adelante cumplen con las denominaciones definidas por la "Aluminum Association" en las "Registration Record Series" que publica periódicamente.

25

Los intercambiadores constan de tubos para la circulación del fluido interior y de aletas o separadores así como eventualmente de un perturbador para aumentar la transferencia térmica entre el fluido interior y el fluido exterior, y su fabricación se hace bien sea por unión mecánica o por soldadura.

30

En el caso de los refrigeradores de aire de sobrealimentación conocidos por el especialista con el nombre de RAS (Refrigerador de Aire de Sobrealimentación), la configuración habitual es la siguiente: la chapa de alma que constituye el tubo (comúnmente llamada fleje de acero), generalmente de aleación de aluminio de la serie AA3xxx, está revestida en sus caras exterior e interior con una aleación calificada como de soldadura, generalmente de la serie AA4xxx. Ésta presenta la ventaja de fundir a una temperatura inferior a la temperatura de fusión del alma y, por aplicación de un ciclo térmico de soldadura, de poder crear una unión entre dos materiales a unir, es decir soldar, o eventualmente una unión del fleje de acero sobre sí mismo para cerrar el tubo por soldadura, una alternativa siendo una soldadura autógena.

35

40

Dicha configuración se ilustra en la figura 1 donde el alma del fleje de acero lleva la referencia 2 y sus plaqueados interior y exterior de aleación de soldadura la referencia 1. Los separadores, que se sitúan entre las distintas filas de tubos, están constituidos por una aleación de la serie AA3xxx no plaqueada. De la misma manera los perturbadores, que en su caso se integran en los tubos, también son de aleación de la serie AA3xxx no plaqueada. La soldadura de los separadores dentro de los tubos se realiza mediante el plaqueado 4xxx de la cara exterior del tubo. La soldadura de los perturbadores en los tubos se realiza mediante el plaqueado 4xxx de la cara interior del tubo. Las aleaciones AA3xxx utilizadas para los separadores y los perturbadores pueden ser idénticas o no. La aleación AA3xxx utilizada para el alma del tubo suele ser una aleación llamada "long-life", es decir con buena resistencia a la corrosión exterior, salina.

45

50

Un esquema de dicho tubo con perturbador se representa en la figura 2 donde el tubo lleva la referencia 1, el perturbador la referencia 3 y los plaqueados de aleación de soldadura la referencia 2. Un ejemplo se describe en la solicitud EP 0283937 A1 de Nihon Radiator Co. Ltd.

55

Hoy en día existen diseños de motores en los que se prevé inyectar gases de escape en el refrigerador de aire de sobrealimentación para que se mezclen con aire limpio y se redirijan hacia la admisión con el objetivo final de reducir las emisiones contaminantes de los vehículos.

60

En esta configuración, los gases de escape susceptibles de condensarse pueden generar en el refrigerador un medio corrosivo particularmente riguroso, caracterizado en particular por un pH bajo (que puede ser significativamente inferior a 3).

En el caso de la configuración de los tubos del estado de la técnica como se ha descrito anteriormente, una difusión importante del silicio, contenido en la aleación de plaqueado de la serie AA4xxx, hacia la aleación de alma que

constituye la carcasa del tubo se produce durante la operación de soldadura, degradando así su capacidad de resistencia a la corrosión.

5 Una solución conocida por el especialista consiste en intercalar durante la colaminación, entre la aleación de alma del tubo y su revestimiento interior de aleación de soldadura de la serie AA4xxx, un plaqueado intermedio de aleación de la serie AA1xxx o AA7xxx.

10 Dicha configuración se representa esquemáticamente en la figura 3 donde el alma del tubo lleva la referencia 3, el revestimiento exterior de aleación de la serie AA4xxx la referencia 4, el revestimiento interior también de aleación de la serie AA4xxx la referencia 1 y el revestimiento intermedio de aleación de la serie AA1xxx o AA7xxx la referencia 2.

Dicho revestimiento actúa por limitación de la difusión de silicio del plaqueado interior hacia el alma del tubo durante la soldadura, mejorando así su comportamiento en corrosión.

15 Una aleación sacrificial, típicamente de la serie AA7xxx, puede utilizarse igualmente como aleación de plaqueado intermedia.

20 Estas chapas con “plaqueado múltiple” son conocidas por el especialista y se describen, en particular, en las solicitudes JP 2003027166 A de Kobe Steel Ltd. Shinko Alcoa, JP 2005224851 A de Shinko Alcoa Yuso Kizai KK, WO 2006/044500 A2 y WO 2009/142651 A2 de Alcoa Inc, WO 2007/042206 A1 de Corus Aluminium Walzprodukte GmbH, US 2010/0159272 A1 de Novelis, etc.

25 El uso de este tipo de chapas con “plaqueado múltiple” en un refrigerador de aire de sobrealimentación con circulación de gases de escape se describe en la solicitud WO 2008/063855 de Modine Mfg Co.

30 Otra solución que se describe en las solicitudes EP 1762810 A1 y US 2007/0051503 A1 de Behr America Inc. consiste en favorecer la creación de una “brown band”, conocida por el especialista, entre el alma de aleación de la serie AA3xxx del perturbador y su plaqueado de aleación de la serie AA4xxx (típicamente AA4045), durante la soldadura de tipo clásico dentro del tubo. Del mismo modo, el tubo es típicamente de aleación AA3xxx con plaqueado AA4xxx en sus dos caras. De hecho, según un modo de realización altamente privilegiado, el tubo y el perturbador están constituidos por el mismo material.

35 Sin embargo, pese a que tales configuraciones permitan mejorar un poco la resistencia a la corrosión del tubo, pueden resultar insuficientes en condiciones de solicitación particularmente rigurosas, como es el caso para los intercambiadores de calor sometidos a una recirculación de los gases de escape especialmente caracterizados por un pH bajo.

40 Otras soluciones consisten en la aplicación de un tratamiento de superficie después de la soldadura para mejorar la resistencia a la corrosión interior del tubo. Tal es el caso de la solución que se describe en la solicitud FR 2916525 A1 de Valeo Systèmes Thermiques que preconiza un revestimiento a base de resinas. Otro ejemplo de tratamiento de superficie, en tal caso una deposición electrocerámica, se da en la solicitud WO 2010/019664. Por su parte, la solicitud FR 2930023 de Valeo Systèmes Thermiques menciona la posibilidad de realizar la inmersión en agua hirviendo del conjunto del intercambiador para formar boehmita. Por último, la solicitud EP 1906131 A2 de International Truck describe una solución que consiste en la aplicación de un tratamiento de superficie metálico a base de Ni o Co en la cara interior del tubo y sobre el perturbador.

50 Otras soluciones radican en el uso de una combinación de materiales distintos, en particular aluminio y acero inoxidable. La solicitud WO2008/095578 de Behr GmbH & Co. reivindica así el uso de acero inoxidable para el perturbador mientras que el tubo sigue siendo de aluminio, cuando la solicitud EP 1906127 de International Truck propone un tubo de aluminio plaqueado con acero inoxidable en su cara interior y un perturbador que sigue siendo de acero inoxidable.

55 Sin embargo, dichas opciones se revelan demasiado costosas para constituir una realización muy satisfactoria desde el punto de vista industrial.

### Problema planteado

60 La invención pretende optimizar la elección de los materiales o chapas de soldadura de aleación de aluminio destinados a la realización de los tubos de intercambiador con perturbador soldado, para mejorar su comportamiento en un entorno corrosivo riguroso como aquello que se crea por recirculación de los gases de escape de un vehículo automóvil, sin exceso de materia utilizada ni volumen o peso notables, y autorizar a la vez condiciones de fabricación, a partir de las chapas de soldadura, por lo menos equivalentes a las soluciones de la técnica anterior desde el punto de vista de la facilidad de uso y del coste.

**Objeto de la invención**

La invención tiene por objeto un conjunto de dos chapas de soldadura, la primera está constituida por una aleación de la serie AA3xxx plaqueada en una cara con una aleación de la serie AA1xxx, y la segunda por una aleación de aluminio de la serie AA3xxx plaqueada en sus dos caras con una aleación de la serie AA4xxx, ambas chapas uniéndose entre sí por soldadura, para formar un canal cerrado, o tubo, con un perturbador interior en el que circulan gases de escape, en particular de un vehículo automóvil, solos o asociados a otro fluido, típicamente aire, la cara del canal expuesta a estos gases o a esta mezcla siendo la cara revestida con la aleación 1xxx de la primera chapa que forma el canal, la segunda formando el perturbador interior.

Según un modo preferente, la segunda chapa de soldadura está constituida por una aleación de aluminio de composición (% en peso):

Si: 0,3 - 1,0 Fe < 1,0 Cu: 0,3 - 1,0 Mn: 0,3 - 2,0 Mg: 0,3 - 3,0 Zn < 6,0 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 2,0 Co < 2,0 Bi < 0,5 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio,

plaqueada en sus dos caras con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall, las correspondientes dos chapas uniéndose entre sí por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.

Según un modo de realización aún más preferente, la segunda chapa que forma el perturbador está constituida por una aleación de aluminio de composición (% en peso):

Si: 0,3 - 1,0 Fe < 0,5 Cu: 0,35 - 1,0 Mn: 1,0 - 2,0 Mg: 0,35 - 0,7 Zn < 0,2 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 1,0 Co < 1,0 Bi < 0,5 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio, plaqueada en sus dos caras con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall, las correspondientes dos chapas siempre uniéndose entre sí por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.

Por otra parte, la primera chapa de soldadura que forma el canal o tubo puede proveerse en su cara exterior de aletas, o separadores, realizadas a su vez a partir de una chapa de alma de aleación de aluminio de composición (% en peso):

Si: 0,3 - 1,0 Fe < 1,0 Cu: 0,3 - 1,0 Mn: 0,3 - 2,0 Mg: 0,3 - 3,0 Zn < 6,0 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 2,0 Co < 2,0 Bi < 0,5 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio, revestida en sus dos caras con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall, y unidas al canal o tubo por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.

Preferentemente, las correspondientes aletas, o separadores, se realizan a partir de una chapa de alma de aleación de aluminio de composición (% en peso):

Si: 0,3 - 1,0 Fe < 0,5 Cu: 0,35 - 1,0 Mn: 1,0 - 2,0 Mg: 0,35 - 0,7 Zn < 0,2 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 1,0 Co < 1,0 Bi < 0,5 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio, revestida en sus dos caras con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall, y se unen al canal o tubo por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.

Según otra variante, la chapa de soldadura que forma el canal o tubo está revestida en la cara exterior del correspondiente canal o tubo con una capa de plaqueado de aleación de la serie AA4xxx y provista en dicha capa de aletas, o separadores, unidas por soldadura.

Además, el canal o tubo puede realizarse a partir de una chapa de alma de aleación de aluminio de composición (% en peso):

Si: 0,3 - 1,0 Fe < 1,0 Cu: 0,3 - 1,0 Mn: 0,3 - 2,0 Mg: 0,3 - 3,0 Zn < 6,0 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 2,0 Co < 2,0 Bi < 0,5 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio, plaqueada en su cara exterior con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall, y proveerse en dicha capa de aletas, o separadores, unidas por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.

Más preferentemente, el canal o tubo puede realizarse a partir de una chapa de alma de aleación de aluminio de composición (% en peso):

Si: 0,3 - 1,0 Fe < 0,5 Cu: 0,35 - 1,0 Mn: 1,0 - 2,0 Mg: 0,35 - 0,7 Zn < 0,2 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 1,0 Co < 1,0 Bi < 0,5 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio, plaqueada en su cara exterior con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall, y proveerse en dicha capa de aletas, o separadores, unidas por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.

Por último, dichas chapas de soldadura pueden utilizarse ventajosamente para la constitución de tubos con perturbador de un intercambiador de calor, especialmente del tipo conocido con el nombre de EGRC (Exhaust Gas Recirculation Cooler) en el que circulan únicamente gases de escape de un vehículo automóvil o del tipo conocido con el nombre de RAS (Refroidisseur d'Air de Suralimentation, en inglés CAC "Charged Air Cooler") en un circuito EGR (Exhaust Gas Recirculation) en el que circula una mezcla de aire frío y de gases de escape de un vehículo automóvil. Efectivamente, la invención también radica en este tipo de tubo de intercambiador de calor en el que circulan gases de escape, en particular de un vehículo automóvil, solos o asociados a otro fluido, típicamente aire, realizado a partir de las correspondientes chapas de soldadura, así como en un intercambiador de calor que comprende por lo menos un tubo de este tipo.

### Descripción de las figuras

La figura 1 representa una chapa de soldadura de tres capas, la chapa de alma lleva la referencia 2 y la aleación de soldadura (también llamada capa de plaqueado) presente en cada una de las caras del alma la referencia 1.

La figura 2 representa esquemáticamente un tubo 1 con perturbador 3, una aleta o un separador (no representados, exteriores al tubo) que pueden unirse a la cara exterior del tubo por soldadura. De la misma manera el perturbador se une a la cara interior del tubo por soldadura. Con este fin, ambas caras del tubo están revestidas con un material calificado como de soldadura o de plaqueado generalmente de la serie AA4xxx (referencia 2 en la figura).

La figura 3 representa esquemáticamente la chapa de soldadura utilizada para el tubo de la figura 2 pero donde se intercaló, entre la aleación de alma del tubo y su revestimiento interior de aleación de soldadura de la serie AA4xxx, un plaqueado intermedio de aleación de la serie AA1xxx o AA7xxx.

El alma del tubo lleva la referencia 3, el revestimiento exterior de aleación de la serie AA4xxx la referencia 4, el revestimiento interior también de aleación de la serie AA4xxx la referencia 1 y el revestimiento intermedio de aleación de la serie AA1xxx o AA7xxx la referencia 2.

La figura 4 representa esquemáticamente un tubo 1 con perturbador 4 según la invención, el correspondiente perturbador está constituido por una chapa de soldadura plaqueada y el tubo 1 se realiza igualmente a partir de una chapa de soldadura constituida por una chapa de alma, típicamente de aleación de la serie AA3xxx, revestida en la cara interior del tubo con una capa 3 de plaqueado de aleación de la serie AA1xxx y en la cara exterior con una capa 2 de aleación de soldadura de la serie AA4xxx, para recibir por soldadura aletas no revestidas.

### Descripción de la invención

La invención consiste en la elección juiciosa de las aleaciones de aluminio que constituyan las chapas de soldadura utilizadas para la realización de canales o tubos de intercambiador de calor con perturbador, más particularmente adaptadas a los tubos de intercambiadores sometidos a un entorno corrosivo riguroso como, en particular, los tubos sometidos a una recirculación de los gases de escape de un vehículo automóvil.

Precisamente, el perturbador situado dentro del tubo está destinado a perturbar la circulación del fluido interior y a aumentar el intercambio de calor con el medio exterior.

Típicamente, dicho perturbador consiste, en todo caso en el marco de la invención, en una chapa ondulada en su longitud, parecida a una aleta o separador de intercambiador, cuya realización es bien conocida por el especialista como lo recuerda el párrafo "Estado de la técnica".

También en el marco de los elementos considerados para la invención, el tubo tanto como el perturbador se realizan por plegado y unión, según los medios habituales conocidos por el especialista, de chapas de soldadura.

El perturbador se une con el interior del tubo por soldadura. Con este fin, la chapa de soldadura que constituye el perturbador consiste en una chapa de alma de aleación de la serie AA3xxx, revestida en sus dos caras con una capa de plaqueado de aleación de soldadura de la serie AA4xxx.

El tubo está constituido por otra chapa de soldadura que consiste en una chapa de alma de aleación de la serie AA3xxx, y la invención consiste, en particular, en proveer su cara interior de un revestimiento por plaqueado y en elegir con este propósito una aleación de la serie AA1xxx.

Según la invención, este mismo tubo puede revestirse en su cara exterior con una capa de plaqu coastado de aleación de la serie AA4xxx, para permitir la soldadura en la correspondiente cara exterior del tubo de aletas, también llamadas separadores, no revestidas, o eventualmente del tubo sobre sí mismo.

5 Típicamente, el plaqu coastado de las distintas aleaciones que constituyen las chapas de soldadura puede realizarse por colaminación, método muy corriente y conocido por el especialista.

10 Por otra parte, la patente EP 1687456 B1 de la solicitante describe una composición de chapa de soldadura del tipo chapa de alma de aleación de la serie AA3xxx, revestida en una o dos caras con una aleación de soldadura de la serie AA4xxx que permite la soldadura sin fundente en atmósfera controlada (también calificada como protectora) típicamente de nitrógeno y/o argón, en un horno utilizado de forma estándar para la realización del proceso Nocolok®.

15 Dicha chapa de soldadura está constituida por una chapa de alma de aleación de aluminio de composición (% en peso):

Si: 0,3 - 1,0 Fe < 1,0 Cu: 0,3 - 1,0 Mn: 0,3 - 2,0 Mg: 0,3 - 3,0 Zn < 6,0 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 2,0 Co < 2,0 Bi < 0,5 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio,

20 revestida en por lo menos una cara con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall.

25 Una composición aún preferente para la aleación de alma es tal como la que sigue (% en peso):

Si: 0,3 - 1,0 Fe < 0,5 Cu: 0,35 - 1,0 Mn: 1,0 - 2,0 Mg: 0,35 - 0,7 Zn < 0,2 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 1,0 Co < 1,0 Bi < 0,5 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio, donde el(los) revestimiento(s) sigue(n) siendo el(los) mismo(s).

30 Este primer tipo de chapa, y más ventajosamente aún el segundo, revestida en sus dos caras se elige, según dos modos preferentes de la invención, para la realización del perturbador que así puede unirse con el interior del tubo por soldadura sin fundente en atmósfera protectora, lo que permite un notable ahorro de coste y evita cualquier riesgo de problema relacionado con la eventual entrada de fundente residual en el circuito.

35 Del mismo modo, estas dos composiciones de aleación, en la misma configuración de revestimiento en dos caras, pueden utilizarse ventajosamente para la realización de las aletas o separadores y su unión por soldadura sin fundente con la cara exterior del tubo, o canal, no revestida, es decir directamente sobre la aleación de alma del tubo de la serie AA3xxx en contacto con la aleación de la serie AA4xxx de las aletas, según las susodichas composiciones preferentes.

40 Claro está que, también según la invención, es posible revestir el exterior del tubo, o canal, por plaqu coastado con una capa de aleación de soldadura de la serie AA4xxx, lo que permite unir por soldadura aletas o separadores estándar, plaqu coastados(as) o no. Además, los dos tipos de chapa, según las susodichas composiciones, pueden utilizarse ventajosamente para la realización del propio tubo o canal, que sigue revestido en su cara interior con una capa de plaqu coastado de aleación de la serie AA1xxx y en su cara exterior con la aleación de soldadura de la serie AA4xxx que posibilita la soldadura sin fundente en atmósfera protectora de las aletas estándar.

50 Evidentemente, la invención presenta una gran ventaja, especialmente para los intercambiadores de calor que comprenden este tipo de tubos, y más particularmente los intercambiadores de calor del tipo conocido por el especialista con el nombre de EGRC (Exhaust Gas Recirculation Cooler) en los que circulan únicamente gases de escape de un vehículo automóvil o del tipo conocido con el nombre de RAS (Refrroidisseur d'Air de Suralimentation, en inglés CAC "Charged Air Cooler") en un circuito EGR (Exhaust Gas Recirculation) en los que circula una mezcla de aire frío y de gases de escape de un vehículo automóvil, estos medios siendo particularmente corrosivos en los dos casos.

55 La invención podrá entenderse más detalladamente con la ayuda de los siguientes ejemplos que no tienen ninguno carácter limitativo.

### Ejemplos

60 Se colaron varias placas de aleación de alma 3916 y de aleación de soldadura AA4045 así como placas de aleación AA1050 así como una placa de cada aleación 3920 y 4945.

65 La aleación 3916 tenía la siguiente composición (% en peso):

## ES 2 574 256 T3

Si: 0,18 Fe: 0,15 Cu: 0,65 Mn: 1,35 Ti: 0,08 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio.

La aleación 3920 tenía la siguiente composición (% en peso):

5 Si: 0,5 Fe: 0,15 Cu: 0,5 Mn: 1,65 Mg: 0,5 Ti: 0,08 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio.

La aleación 4945 es una aleación AA4045 que además contiene el 0,15 % de Bi.

10 Se realizaron uniones a partir de estas placas para obtener, al final de la transformación, los porcentajes de plaqueado (en % del espesor total) indicados en el cuadro 1 más adelante.

15 Dichas uniones se laminaron en caliente y después en frío para producir bandas plaqueadas con un espesor de 0,40 mm para los tubos y 0,20 mm para los perturbadores. Dichas bandas se sometieron después a un tratamiento de restauración de 2 h a 280°C tras aumento de temperatura a una velocidad de 45 °C/h.

20 Maquetas de tubos provistos de perturbadores soldados según el proceso Nocolok® para las referencias 1 a 3 del cuadro 1 y sin fundente para la referencia 4, con una fase de aumento de temperatura de hasta 600 °C a una velocidad de unos 40 °C/min, mantenimiento de 2 min a 600°C y descenso a unos 50 °C/min, con barrido de nitrógeno según un caudal de 81 /min.

Las configuraciones sometidas a prueba figuran en el cuadro 1 más adelante.

25 La configuración 1 corresponde a un tubo sencillo de aleación de alma 3916 revestido en dos caras con una aleación de soldadura AA4045, así como a un perturbador de aleación AA3003.

30 La configuración 2 es idéntica, salvo la adición de una capa intermedia de aleación AA1050 entre el alma y la aleación de soldadura interior AA4045. La configuración 3, según la invención, utiliza un tubo de aleación de alma 3916 revestido exteriormente con una aleación de soldadura AA4045 e interiormente con una aleación de soldadura AA1050, así como un perturbador de aleación de alma 3916 revestido en dos caras con una aleación de soldadura AA4045.

Para estos tres casos, la soldadura se realizó según el proceso Nocolok®, con fundente.

35 La configuración 4, según la invención, utiliza un tubo de aleación de alma 3916 revestido exteriormente con una aleación de soldadura AA4045 e interiormente con una aleación AA1050 así como un perturbador de aleación de alma AA3920 revestido en dos caras con una aleación de soldadura 4945 (que contiene el 0,15 % de Bi) según las susodichas composiciones más preferentes. En este caso, la soldadura se realizó sin fundente en atmósfera protectora de acuerdo con la susodicha patente de la solicitante.

40 **Cuadro 1: Configuración de las maquetas sometidas a ensayos de corrosión.**

|      | Tubo                                       | Perturbador                  |
|------|--|------------------------------|
| Ref. | Materia                                    | Materia                      |
| 1    | 4045 7,5 % / 3916 / 4045 7,5 %             | 3003                         |
| 2    | 4045 7,5 % / 3916 / 1050 15 % / 4045 7,5 % | 3003                         |
| 3    | 4045 10 % / 3916 / 1050 10 %               | 4045 10 % / 3916 / 4045 10 % |
| 4    | 4045 10 % / 3916 / 1050 10 %               | 4945 10 % / 3920 / 4945 10 % |

45 La resistencia a la corrosión de los tubos fue sometida a prueba con la ayuda de un ensayo de corrosión donde alternaron inmersiones y sumersiones con objeto de reproducir las condiciones a las que se someten los intercambiadores de tipo RAS (Refroidisseur d'Air de Suralimentation) en un circuito EGR (Exhaust Gas Recirculation) a baja presión. Las condiciones detalladas del ensayo efectuado se describen en los siguientes cuadros 2 y 3.

50 En la práctica, el ciclo de ensayos consiste en dos repeticiones de las etapas 1, 2 y 3, seguidas de tres repeticiones de las etapas 4, 5 y 6, y el conjunto se repitió cuatro mil veces.

**Cuadro 2: Parámetros del ensayo de corrosión.**

| Repeti-<br>ciones |    | Etapa | Líqui-do | Duración | Temperatura | Posición  |
|-------------------|----|-------|----------|----------|-------------|-----------|
| x 4000            | x2 | 1     | L1       | 15 s     | ambiente    | Inmersión |
|                   |    | 2     | Aire     | 45 s     | ambiente    | Sumersión |
|                   |    | 3     | Aire     | 15 min   | 170°C       | Sumersión |
|                   | x3 | 4     | L1       | 15 s     | ambiente    | Inmersión |
|                   |    | 5     | Aire     | 45 s     | ambiente    | Sumersión |
|                   |    | 6     | Aire     | 15 min   | ambiente    | Sumersión |

**Cuadro 3: Composición de L1 utilizado para el ensayo de corrosión (en ppm).**

| Iones Sulfato | Iones Nitrato | Ácido acético | Ácido fórmico | Ácido propiónico | Iones Cloruro | pH  |
|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|---------------|-----|
| 320           | 52            | 590           | 3167          | 474              | 20            | 2,5 |

5 Los iones sulfato se introdujeron en forma de ácido sulfúrico, los iones nitrato en forma de ácido acético y los iones cloruro en forma de ácido clorhídrico.

Para cada configuración sometida a prueba, la calidad de resistencia a la corrosión ha sido evaluada por medio de una observación de la sección metalográfica del tubo y del perturbador.

10 Los resultados obtenidos a partir de las caracterizaciones realizadas en las pruebas tomadas a 300 h se recapitulan en el siguiente Cuadro 4.

**Cuadro 4: Caracterización del ensayo de corrosión al cabo de 300 h.**

| Ref. | Tubo   | Perturbador   | Uniones tubo-perturbador                     |
|------|--|---|--|
| 1    | Corrosión muy importante, intergranular. Algunos escapes               | Corrosión por picaduras en algunos sitios. No hay corrosión intergranular | Poca corrosión. Algunas soldaduras separadas |
| 2    | Corrosión importante intergranular. Algunos escapes                    | Corrosión por picaduras en algunos sitios. No hay corrosión intergranular | Poca corrosión. Algunas soldaduras separadas |
| 3    | Corrosión muy leve, muy poco profunda. No hay corrosión intergranular. | Corrosión intergranular   | Poca corrosión. No hay soldaduras separadas  |
| 4    | Corrosión muy leve, muy poco profunda. No hay corrosión intergranular. | Corrosión intergranular   | Poca corrosión. No hay soldaduras separadas  |

15 Los tubos de las configuraciones 1 y 2 presentan una importante corrosión que puede ir hasta la perforación y el deterioro notable de algunas soldaduras que juntan el tubo y el perturbador. En cambio, los perturbadores no plaqueados asociados a este tipo de tubo están poco oxidados.

20 Al contrario, las configuraciones 3 y 4, según la invención, conducen a una corrosión muy leve del tubo, muchas veces limitada al plaqueado. La corrosión de las soldaduras también queda limitada. En cambio, los perturbadores asociados a este tipo de tubo están sensiblemente oxidados. Sin embargo, esta situación se considera como más favorable.

25 En efecto, una sola perforación en un tubo provoca un escape en el circuito completo del intercambiador de calor. Un escape en un perturbador provoca una disminución de la calidad de intercambio de calor del intercambiador.

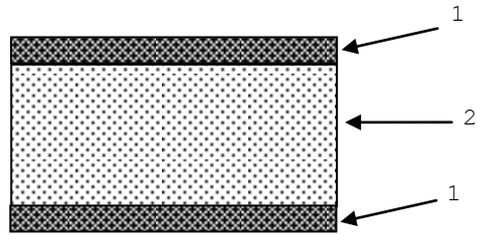
Por lo cual, se entiende fácilmente que es más importante mantener la integridad del tubo que la del perturbador.

## REIVINDICACIONES

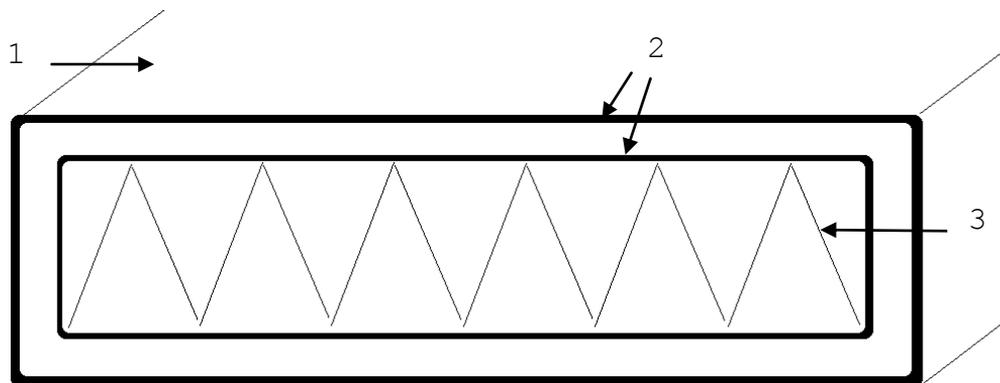
1. Conjunto de dos chapas de soldadura caracterizado por lo que:
- 5 -la primera chapa está constituida por una aleación de la serie AA3xxx plaqueada en una cara con una aleación de la serie AA1xxx,  
-la segunda chapa está constituida por una aleación de aluminio de la serie AA3xxx plaqueada en sus dos caras con una aleación de la serie AA4xxx,  
-ambas chapas se unen entre sí por soldadura para formar un canal cerrado, o tubo, con un perturbador interior en el que circulan gases de escape, en particular de un vehículo automóvil, solos o asociados a otro fluido, típicamente aire,  
10 -la cara del canal expuesta a estos gases o a esta mezcla es la cara revestida con la aleación 1xxx de la primera chapa que forma el canal, la segunda formando el perturbador interior.
- 15 2. Conjunto de dos chapas de soldadura según la reivindicación 1, caracterizado por lo que la segunda chapa de soldadura está constituida por una aleación de aluminio de composición (% en peso):
- Si: 0,3 - 1,0 Fe < 1,0 Cu: 0,3 - 1,0 Mn: 0,3 - 2,0 Mg: 0,3 - 3,0 Zn < 6,0 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 2,0 Co < 2,0 Bi < 0,5  
20 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio,  
plaqueada en sus dos caras con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall,  
las correspondientes dos chapas uniéndose entre sí por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.
- 25 3. Conjunto de dos chapas de soldadura según la reivindicación 2, caracterizado por lo que la segunda chapa está constituida por una aleación de aluminio de composición (% en peso):
- Si: 0,3 - 1,0 Fe < 0,5 Cu: 0,35 - 1,0 Mn: 1,0 - 2,0 Mg: 0,35 - 0,7 Zn < 0,2 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 1,0 Co < 1,0 Bi < 0,5  
30 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio,  
plaqueada en sus dos caras con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall,  
35 las correspondientes dos chapas uniéndose entre sí por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.
4. Conjunto de dos chapas de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado por lo que está provisto, en la cara exterior de la primera chapa que forma el canal, de aletas, o separadores, realizadas a su vez a partir de una chapa de alma de aleación de aluminio de composición (% en peso):
- 40 Si: 0,3 - 1,0 Fe < 1,0 Cu: 0,3 - 1,0 Mn: 0,3 - 2,0 Mg: 0,3 - 3,0 Zn < 6,0 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 2,0 Co < 2,0 Bi < 0,5  
Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio,  
45 plaqueada en sus dos caras con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall, y unidas al canal por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.
5. Conjunto de dos chapas de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por lo que está provisto, en la cara exterior del canal, de aletas, o separadores, realizadas a su vez a partir de una chapa de alma de aleación de aluminio de composición (% en peso):
- 50 Si: 0,3 - 1,0 Fe < 0,5 Cu: 0,35 - 1,0 Mn: 1,0 - 2,0 Mg: 0,35 - 0,7 Zn < 0,2 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 1,0 Co < 1,0 Bi < 0,5  
Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio,  
55 plaqueada en sus dos caras con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall, y unidas al canal por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.
6. Conjunto de dos chapas de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado por lo que el canal está revestido en su cara exterior con una capa de plaqueado de aleación de la serie AA4xxx y provisto en dicha capa de aletas, o separadores, unidas por soldadura.
- 60 7. Conjunto de dos chapas de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado por lo que el canal se realiza a partir de una chapa de alma de aleación de aluminio de composición (% en peso):
- 65

## ES 2 574 256 T3

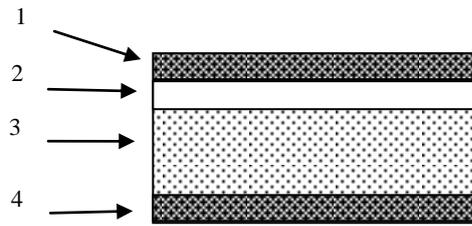
- Si: 0,3 - 1,0 Fe < 1,0 Cu: 0,3 - 1,0 Mn: 0,3 - 2,0 Mg: 0,3 - 3,0 Zn < 6,0 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 2,0 Co < 2,0 Bi < 0,5  
Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio,  
5 plaqueada en su cara exterior con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall, y provista en dicha capa de aletas, o separadores, unidas por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.
- 10 8. Conjunto de dos chapas de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado por lo que el canal se realiza a partir de una chapa de alma de aleación de aluminio de composición (% en peso):
- Si: 0,3 - 1,0 Fe < 0,5 Cu: 0,35 - 1,0 Mn: 1,0 - 2,0 Mg: 0,35 - 0,7 Zn < 0,2 Ti < 0,1 Zr < 0,3 Cr < 0,3 Ni < 1,0 Co < 1,0 Bi < 0,5  
15 Y < 0,5 otros elementos < 0,05 cada uno y 0,15 en total, resto aluminio,  
plaqueada en su cara externa con una aleación de aluminio de soldadura que contiene entre el 4 y el 15 % de silicio y entre el 0,01 y el 0,5 % de por lo menos uno de los elementos Ag, Be, Bi, Ce, La, Pb, Pd, Sb, Y o de Mischmetall, y provista en dicha capa de aletas, o separadores, unidas por soldadura sin fundente en atmósfera protectora.
- 20 9. Conjunto de dos chapas de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 8 caracterizado por lo que entra en la constitución de un intercambiador de calor.
- 25 10. Conjunto de dos chapas de soldadura según la reivindicación 9 caracterizado por lo que entra en la constitución de un intercambiador de calor del tipo conocido con el nombre de EGRC (Exhaust Gas Recirculation Cooler) en el que circulan únicamente gases de escape de un vehículo automóvil.
- 30 11. Conjunto de dos chapas de soldadura según la reivindicación 9 caracterizado por lo que entra en la constitución de un intercambiador de calor del tipo conocido con el nombre de RAS (Refroidisseur d'Air de Suralimentation, en inglés CAC "Charged Air Cooler") en un circuito EGR (Exhaust Gas Recirculation), en el que circula una mezcla de aire frío y de gases de escape de un vehículo automóvil.
- 35 12. Tubo de intercambiador de calor en el que circulan gases de escape, en particular de un vehículo automóvil, solos o asociados a otro fluido, típicamente aire, realizado a partir de un conjunto de chapas de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 8.
13. Intercambiador térmico caracterizado por lo que comprende por lo menos un tubo según la reivindicación 12.



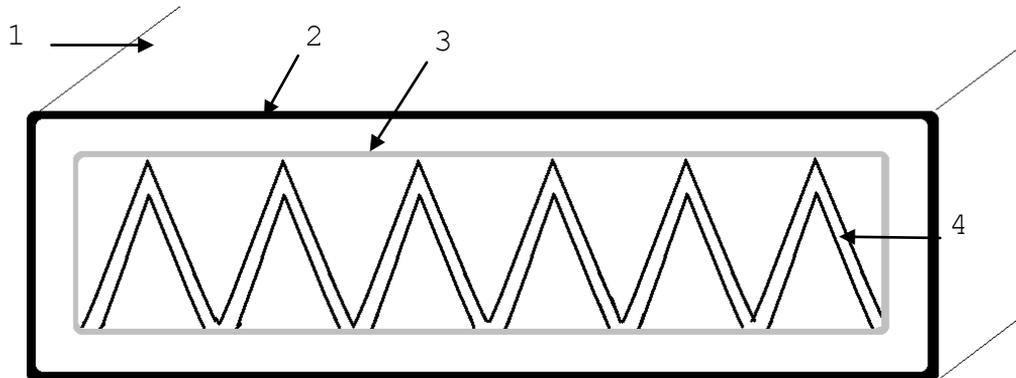
**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**