

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 033**

51 Int. Cl.:

F28F 3/08	(2006.01)
B23K 1/00	(2006.01)
B23K 20/00	(2006.01)
F28D 9/02	(2006.01)
F28F 3/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.02.2015 PCT/JP2015/054465**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.08.2015 WO15125831**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2015 E 15752539 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3109582**

54 Título: **Intercambiador de calor de tipo placa y procedimiento para fabricar el mismo**

30 Prioridad:

18.02.2014 JP 2014028899

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

16.07.2020

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL NISSHIN CO., LTD. (100.0%)
3-4-1 Marunouchi, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8366, JP**

72 Inventor/es:

**SUGAMA, ATSUSHI;
OKU, MANABU;
HORI, YOSHIAKI y
IMAKAWA, KAZUNARI**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 774 033 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

Intercambiador de calor de tipo placa y procedimiento para fabricar el mismo

5 **SECTOR TÉCNICO**

La presente invención hace referencia a un intercambiador de calor de tipo placa en el que se colocaron en capas una pluralidad de placas de transferencia de calor.

10 **ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

Entre diversos tipos de intercambiadores de calor, los intercambiadores de calor de tipo placa se utilizan para calentadores eléctricos de agua, equipos industriales, acondicionadores de aire para automóviles o similares, porque su rendimiento de intercambio de calor es muy alto.

15 Un intercambiador de calor de tipo placa tiene placas dispuestas en capas para proporcionar rutas de medios de intercambio de calor, es decir, rutas para medios de alta y baja temperatura configuradas para ser adyacentes entre sí, para que el intercambio de calor se realice mutuamente en virtud de la diferencia de temperatura entre los medios que fluyen a través de estas rutas de los medios de alta y baja temperatura.

20 Por ejemplo, en el Documento de Patente 1, unas placas que tienen partes corrugadas para formar rutas de flujo están dispuestas en capas y unidas mediante diversos procedimientos de unión (fijación con una junta y un tornillo, soldadura, soldadura fuerte) para obtener una estructura en la que las rutas de flujo de alta temperatura y las rutas de flujo de baja temperatura se alternan. Mientras tanto, con vistas a una mayor durabilidad del propio intercambiador de calor, las láminas de acero inoxidable, que tienen una excelente resistencia a la corrosión, se utilizan como materiales de placa de metal.

25 Además, para intercambiadores de calor de tamaño pequeño a mediano, las operaciones de unión a menudo se llevan a cabo mediante soldadura fuerte, con vistas a una resistencia a la presión.

30 Documento de Patente 1: Solicitud de patente japonesa no examinada, n.º 2010-85094.

35 Los Documentos de Patente EP 1 676 089 A1, WO 2007/036963 A1 y EP 2 568 248 A2 dan a conocer intercambiadores de calor de placas que comprenden placas de tipo caja con una sección de pared vertical de borde periférico a lo largo de un borde periférico, en los que la zona de contacto entre partes superpuestas de las secciones de pared vertical de borde periférico de las placas adyacentes en forma de caja están unidas entre sí mediante soldadura fuerte.

40 **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN**

Problemas a resolver por la invención

45 No obstante, los intentos de estratificación y unión de componentes de tipo placa, corrugados, mediante soldadura fuerte, pueden dar como resultado defectos de unión inherentes a los materiales de soldadura fuerte, tales como erosión y grietas que se producen tras la unión, una menor resistencia a la corrosión y rutas de flujo enterradas con un material de fusión de la soldadura fuerte. Además, el coste de los materiales de soldadura fuerte también es un problema.

50 Mientras tanto, como un procedimiento en el que se evita la disminución de la resistencia a la corrosión en una zona de unión, se puede utilizar una soldadura por difusión en fase sólida en lugar de la soldadura fuerte. La soldadura por difusión en fase sólida es un procedimiento de unión que aprovecha la interdifusión de átomos de un material de base que se produce en una interfaz de unión a alta temperatura y alta presión, y puede producir una zona de unión que tiene una fortaleza y una resistencia a la corrosión comparables a las del material de base. No obstante, la calidad de la unión mediante difusión en fase sólida puede verse afectada por la presión aplicada, la temperatura y otros en una superficie de unión.

55 En concreto, en caso de que una lámina de acero inoxidable se utilice como material de placa metálica, la soldadura por difusión de un acero inoxidable puede verse afectada en gran medida por un elemento aditivo. Cuando grandes cantidades de elementos fácilmente oxidables, Al, Ti y Si, están contenidos en la misma, se puede formar un óxido robusto o una película de óxido robusta en una capa superficial de una interfaz de unión para inhibir la unión.

60 Además, cuando los componentes de tipo placa dispuestos en capas son presionados en las direcciones tanto hacia arriba como hacia abajo para llevar a cabo la soldadura por difusión en fase sólida, las placas adyacentes tienden a unirse de manera insuficiente en las superficies de los bordes laterales, aunque la soldadura por difusión en fase sólida se puede conseguir suficientemente en las superficies de unión en la dirección vertical.

Esto ocurre porque la fuerza de presión tiende a ser insuficiente en la dirección lateral. La presente invención está realizada para resolver los problemas anteriores. Un objetivo de la presente invención es dar a conocer un procedimiento para fabricar convenientemente un intercambiador de calor de tipo placa, estanco frente al aire de manera robusta, incluso cuando una lámina de acero inoxidable, en concreto, es utilizada como material de base, comprendiendo el procedimiento: definir formas de las superficies del borde lateral de los componentes de tipo placa de un intercambiador de calor de tipo placa; y llevar a cabo la unión de las superficies del borde lateral y las rutas de flujo en los componentes de tipo placa adyacentes en la dirección vertical mediante soldadura por difusión en fase sólida en lugar de soldadura fuerte. Cabe señalar que la utilización de un material de soldadura fuerte es aceptable en una zona en la que no se puede añadir una carga fácilmente.

Medios para resolver los problemas

Para este fin, el intercambiador de calor de tipo placa según la presente invención está caracterizado por que una carcasa del intercambiador de calor comprende una pluralidad de componentes de tipo placa rectangular, y los componentes de tipo placa rectangular son componentes de tipo caja que tienen, cada uno, la misma forma, y tienen una sección de pared vertical de borde periférico a lo largo de un borde periférico, y uno de los componentes de tipo caja está estratificado sobre otro de los componentes de tipo caja invertido en la dirección horizontal, para formar una estructura en capas que tiene un componente de capa superior y un componente de capa inferior, de tal manera que una parte superior de una sección de pared vertical de borde periférico del componente de capa inferior de la estructura en capas está encajada en una parte inferior de una sección de pared vertical de borde periférico del componente de capa superior de la estructura en capas, y el ángulo (θ) de las secciones de pared vertical de borde periférico es de $15^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$, y una parte de una zona de contacto entre la parte superior de la sección de pared vertical de borde periférico y la parte inferior de la sección de pared vertical de borde periférico está unida mediante soldadura por difusión en fase sólida.

Además, la unión mediante soldadura fuerte se lleva a cabo, asimismo, para una parte de la zona de contacto indicada anteriormente, dependiendo de la fortaleza deseada de la unión. Otras zonas de contacto entre el componente de capa superior y el componente de capa inferior también están, preferentemente, unidas mediante soldadura por difusión en fase sólida o unión mediante soldadura fuerte.

Preferentemente, los componentes de tipo caja son artículos formados por compresión, que tienen, cada uno, dos tipos de secciones de abertura en posiciones predeterminadas en un lado superior de los mismos, uno de ellos estando abierto y sobresaliendo hacia arriba desde cada uno de los componentes de tipo caja, y estando el otro abierto y sobresaliendo a la misma altura hacia el interior desde cada uno de los componentes de tipo caja, y un lado superior de la sección de abertura que sobresale hacia arriba del componente de capa inferior está unida con un lado inferior en la sección de abertura que sobresale hacia abajo del componente de capa superior en una zona de contacto entre los mismos, por medio de soldadura por difusión en fase sólida o de unión mediante soldadura fuerte.

Cuando el intercambiador de calor de tipo placa que tiene una configuración tal como la descrita anteriormente se fabrica utilizando una lámina de acero inoxidable como material de base, un conjunto en capas de los componentes de tipo caja preparados con una lámina de acero inoxidable ferrítico monofásico o una lámina de acero inoxidable austenítico o una lámina de acero inoxidable martensítico que tiene una composición química de $0,1 \text{ Si} + \text{Ti} + \text{Al} < 0,15 \%$ en masa y una rugosidad superficial de $R_a \leq 0,3 \mu\text{m}$ puede ser calentado en una atmósfera de una temperatura de calentamiento de $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ o más y una presión aplicada de $0,3 \text{ MPa}$ o más y $1 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ o menos, para llevar a cabo una soldadura por difusión en fase sólida. En este caso, $1 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ o menos significa una presión ambiental cuando se alcanza la temperatura de calentamiento. Una vez que la presión ambiental en un horno durante el calentamiento se reduce a esta presión, un gas inerte tal como Ar y N_2 puede estar contenido en el horno a partir de entonces.

Cuando se utiliza una lámina de acero inoxidable de dos fases que tiene una composición química de $0,1 \text{ Si} + \text{Ti} + \text{Al} < 0,15 \%$ en masa, y el calentamiento se realiza en una atmósfera de temperatura de calentamiento de $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ o más, una presión aplicada de $0,1 \text{ MPa}$ o más y una presión ambiental de $1 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ o menos, incluso una lámina de acero inoxidable con una rugosidad superficial de $R_a \leq 2,0 \mu\text{m}$ se puede unir suficientemente mediante soldadura por difusión en fase sólida.

Efectos de la invención

Según la presente invención, como mínimo, una parte de unión de las superficies del borde lateral de los componentes de tipo placa que constituyen un intercambiador de calor de tipo placa y la unión de las rutas de flujo en los componentes de tipo placa superior e inferior se lleva a cabo mediante soldadura por difusión en fase sólida, en la que no se utiliza un material de soldadura fuerte tal como Cu y Ni.

Por lo tanto, se puede obtener un intercambiador de calor de tipo placa estanco frente al aire de manera robusta a bajo coste. Además, se puede obtener un intercambiador de calor de tipo placa con excelente durabilidad a bajo coste, porque se utiliza una lámina de acero inoxidable como material de lámina de acero.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra la estructura de un intercambiador de calor convencional de tipo placa en capas.

5 La figura 2 muestra la estructura de rutas de flujo del intercambiador de calor convencional de tipo placa en capas.

La figura 3 muestra la estructura de rutas de flujo del intercambiador de calor de tipo placa en capas, según la presente invención.

10 La figura 4 muestra un aspecto de la presente invención, en el que se proporciona una aleta en una parte plana de un componente de tipo caja.

La figura 5 muestra la estructura de una sección transversal del intercambiador de calor de tipo placa en capas, mostrado en la figura 4.

15 La figura 6 muestra un patrón de calentamiento cuando se lleva a cabo soldadura por difusión en fase sólida, según los ejemplos.

MODO PREFERENTE PARA REALIZAR LA INVENCIÓN

20 Tal como se describió anteriormente, el presente intercambiador de calor de tipo placa tiene placas dispuestas en capas, dispuestas para proporcionar rutas de medios de intercambio de calor, es decir, rutas para medios de alta y baja temperatura configuradas para ser adyacentes entre sí de modo que el intercambio de calor se efectúa mutuamente en virtud de la diferencia de temperatura entre los medios que fluyen a través de estas rutas para los
25 medios de alta y baja temperatura.

Un intercambiador de calor con una estructura simple puede ser fabricado de la siguiente manera: por ejemplo, se fabrican una pluralidad de componentes de tipo caja, cada uno con una forma similar, y uno de los componentes de tipo caja, girado horizontalmente aproximadamente 180 ° para invertir la orientación es estratificado sobre otro de los
30 componentes de tipo caja y, a continuación, la laminación de los componentes de tipo caja se repite adicionalmente tal como se muestra en las figuras 1 y 2.

Además, los componentes superior e inferior deben ser estancos frente al aire en una zona de contacto entre una sección de pared vertical de borde periférico y un borde periférico de una sección de abertura de los componentes
35 de tipo caja dispuestos en capas, con el fin de hacer funcionar el producto en capas citado anteriormente como un intercambiador de calor.

El intercambiador de calor tal como el mostrado en la figura 2 puede ser obtenido de la siguiente manera: se presiona una lámina de acero para formar un componente de tipo caja, de tal modo que una sección de pared vertical de borde periférico se incline ligeramente hacia el exterior, y se forman dos tipos de secciones de abertura en posiciones predeterminadas, abriéndose hacia arriba una de ellas en una altura inferior a la mitad de la de la sección de pared vertical de borde periférico en el anterior componente de tipo placa rectangular, y abriéndose la otra hacia el interior a una altura, de manera similar, inferior a la mitad de la de la sección de pared vertical de borde periférico en el componente de tipo placa rectangular citado anteriormente, y el componente de tipo caja resultante se apila sobre en una placa inferior, sobre la cual otro componente de tipo caja que tiene la misma se apila después de que dicho otro componente de tipo caja es girado horizontalmente aproximadamente 180 ° para invertir la orientación y, a continuación, estos procedimientos se repiten según sea necesario. Cabe señalar que la sección de pared vertical de borde periférico del componente superior de tipo caja está configurada para estar encajada y superpuesta con la sección de pared vertical de borde periférico del componente inferior de tipo caja.
50

En este caso, el componente superior debe estar unido de manera estanca frente al aire con el componente inferior. Las zonas a ser unidas de manera estanca incluyen una zona de contacto entre una parte de extremo de abertura hacia abajo, para servir como una ruta de flujo de un componente superior y una parte de extremo de abertura hacia arriba, para servir como una ruta de flujo de un componente inferior; y una parte superpuesta entre una sección de pared vertical de borde periférico de un componente superior de tipo caja y una sección de pared vertical de borde periférico de un componente inferior de tipo caja.
55

Cuando se intenta una soldadura por difusión en fase sólida para cada una de las zonas anteriores en lugar de soldadura fuerte en la estructura en capas tal como se describió anteriormente, se puede aplicar una carga de manera apropiada a la zona de contacto entre una parte de extremo de abertura inferior de un componente superior y una parte de extremo de abertura superior de un componente inferior. No obstante, es difícil aplicar una carga satisfactoria a la parte superpuesta entre secciones de pared vertical de borde periférico en los bordes periféricos. Es decir, es muy difícil aplicar una carga a la parte superpuesta entre las secciones de pared vertical de borde periférico, desde las direcciones tanto hacia arriba como hacia abajo y, por lo tanto, la soldadura por difusión en fase sólida no puede ser llevada a cabo suficientemente.
60
65

Por lo tanto, se necesita desarrollar un procedimiento mejorado para unir la parte superpuesta entre las secciones de pared vertical de borde periférico.

5 En consecuencia, en la presente invención, la zona de contacto entre la parte de extremo de abertura inferior del componente superior y una parte de extremo de abertura superior del componente inferior se lleva a cabo mediante soldadura por difusión en fase sólida, y la parte superpuesta entre la sección de pared vertical de borde periférico del componente superior de tipo caja y la sección de pared vertical de borde periférico del componente inferior de tipo caja se define en una forma específica, consiguiendo de este modo una calidad de unión suficiente.

10 Específicamente, tal como se muestra en la figura 3 (b), una lámina de acero es conformada mediante presión para producir un componente de tipo caja de manera que se proporciona una sección de pared vertical de borde periférico en un borde periférico, y se forman dos tipos de secciones de abertura en posiciones predeterminadas en la superficie superior de la misma, una que se abre y sobresale hacia arriba en el componente de tipo caja y la otra que se abre y sobresale hacia el interior a la misma altura en el componente de tipo caja. Cabe señalar que, en la
15 figura 3 (a), un componente de tipo caja 1 y un componente de tipo caja 2 tienen la misma forma, pero están en una orientación invertida horizontalmente entre sí. Por lo tanto, la altura de un solo componente de tipo placa rectangular en forma de caja es igual a la suma total de las alturas de las secciones de abertura abiertas y sobresalientes hacia arriba y hacia abajo.

20 El componente de tipo caja citado anteriormente está apilado sobre una placa inferior, sobre la que otro componente de tipo caja que tiene la misma forma se apila a continuación, después de que dicho otro componente de tipo caja es girado horizontalmente aproximadamente 180°, para invertir la orientación, y estos procedimientos se repiten según sea necesario.

25 A continuación, una unión y una placa superior que son preparadas de manera separada se fijan al producto dispuesto en capas para obtener la estructura de un intercambiador de calor tal como el que se ve en la figura 3 (a). Cabe señalar que la sección de pared vertical de borde periférico de un componente superior de tipo caja está configurada para encajar y superponerse con la sección de pared vertical de borde periférico de un componente inferior de tipo caja. Por esta razón, la altura de una sección de pared vertical de borde periférico debe ser mayor
30 que la suma total de las alturas de las secciones de abertura abiertas y que sobresalen hacia arriba y hacia abajo.

En la presente invención, una parte de la sección de pared vertical de borde periférico de un componente superior de tipo caja y la sección de pared vertical de borde periférico de un componente inferior de tipo caja se unen mediante soldadura por difusión en fase sólida. Para conseguir esto, los ángulos inclinados hacia el exterior de la
35 sección de pared vertical de borde periférico de un componente superior de tipo caja y un componente inferior de tipo caja, siendo cada ángulo (θ) de la pared vertical tal como se muestra en la figura 5 (b), son preferentemente de $15^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$ para permitir que se aplique una carga a las secciones de pared vertical de borde periférico desde las direcciones tanto hacia arriba como hacia abajo cuando se realiza la soldadura por difusión en fase sólida. Cuando una parte de la parte de pared vertical se suelda mediante soldadura fuerte para conseguir una fuerte estanqueidad al aire, preferentemente, θ se minimiza para ser lo más pequeño posible, tal que $0^\circ \leq \theta \leq 15^\circ$, para permitir que la parte de pared vertical se incline ligeramente hacia el exterior sin aumentar el tamaño del propio intercambiador de calor de tipo placa.
40

45 Cuando un producto en capas, en el que el componente de tipo caja 1 y el componente de tipo caja 2 dispuestos en una orientación inversa con respecto al componente de tipo caja 1 están ensamblados tal como se muestra en la figura 3 (a) junto con una placa inferior, una placa superior y una junta preparadas de manera separada, se mantiene a alta temperatura mientras se aplica una carga desde las direcciones tanto hacia arriba como hacia abajo, las ubicaciones indicadas como a, b, c y d en la figura 3 (a) se unen mediante la acción de la soldadura por difusión en fase sólida.
50

Por cierto, en un intercambiador de calor, las rutas para los medios de intercambio de calor, es decir, las rutas para los medios de alta y baja temperatura están configuradas para ser adyacentes entre sí, de modo que el intercambio de calor se efectúa mutuamente en virtud de la diferencia de temperatura entre los medios que fluyen a través de estas rutas para los medios de alta y baja temperatura. Por lo tanto, una mayor superficie de una pared divisoria que
55 separa las rutas para los medios de alta y baja temperatura es efectiva para aumentar la eficiencia del intercambio de calor.

En consecuencia, en la presente invención, una aleta que tiene una forma en sección transversal de un triángulo o un trapecioide o un rectángulo y que tiene la misma altura que la de un componente de tipo caja está dispuesta en una parte plana del lado superior de un componente de tipo caja dispuesto en capas.
60

Específicamente, tal como se muestra en la figura 4, una aleta que tiene una forma en sección transversal de triángulo, un trapecioide o rectángulo y que tiene la misma altura que la de un componente de tipo caja está formada en una parte plana del lado superior del componente de tipo caja en la dirección hacia el interior del componente de tipo caja. Este componente de tipo caja que tiene la aleta formada en la parte plana del lado superior está dispuesto en capas. Cabe señalar que, en la figura 4, el componente de tipo caja 2 está dispuesto en una orientación inversa
65

con respecto al componente de tipo caja 1, y un componente de tipo caja 3 que tiene la misma forma que el componente de tipo caja 1 está dispuesto en la misma dirección que el componente de tipo caja 1.

5 Cuando la sección de pared vertical de borde periférico de un componente superior de tipo caja está dispuesta en capas para que encaje en la sección de pared vertical de borde periférico de un componente inferior de tipo caja, las puntas de las aletas establecen contacto unas con otras. Por lo tanto, cuando el conjunto en este estado se mantiene a alta temperatura mientras se aplica una carga desde las direcciones tanto hacia arriba como hacia abajo, las partes indicadas por círculos y cuadrados en la figura 5 se unen por la acción de la soldadura por difusión en fase sólida. Cabe señalar que los componentes de la aleta se pueden unir entre sí mediante unión por soldadura fuerte.

10 En lugar de formar una aleta en el propio componente de tipo caja, se pueden fabricar por separado una aleta y un componente de tipo caja, y se puede disponer un componente de la aleta entre los componentes superior e inferior de tipo caja, dispuestos en capas.

15 En el caso de que una parte de una pared de soporte sea sometida a soldadura fuerte, los siguientes pueden ser utilizados principalmente como materiales de soldadura fuerte: una soldadura fuerte de Ni BNi-5 definida en JISZ3265, una soldadura fuerte basada en BNi-5 que contiene P, una soldadura fuerte de Cu BCu-1 (cobre libre de oxígeno) definida en JISZ3262. Se puede utilizar un material de tipo pasta preparado mezclando un polvo con un aglomerante y un material de soldadura fuerte en forma de lámina. Los tipos, formas y cantidades de utilización de materiales de soldadura fuerte pueden ser seleccionados dependiendo del material de base, de la forma y otros de un componente de tipo caja. Por ejemplo, preferentemente, se aplica un material de soldadura fuerte en una cantidad de 0,1 g/cm² o más y 1,0 g/cm² o menos a un espacio formado en las partes de pared vertical cuando se dispone en capas un componente de tipo caja que tiene un componente de aleta dispuesto en el mismo.

20 Anteriormente, se ha descrito la estructura del intercambiador de calor de tipo placa según la presente invención. Tal como también se ha descrito en una sección en la que se explican los problemas a resolver, una lámina de acero inoxidable se utiliza preferentemente como un material de acero de base, con el fin de conferir durabilidad al intercambiador de calor de tipo placa según la presente invención en un entorno en el que se requiere resistencia a la corrosión.

25 No obstante, en el caso de que se utilice una lámina de acero inoxidable como material de placa de acero, la soldadura por difusión del acero inoxidable puede verse afectada en gran medida por un elemento aditivo. Cuando grandes cantidades de elementos fácilmente oxidables, Al, Ti, Si están contenidos en el mismo, se puede formar un óxido robusto o una película de óxido robusta en la superficie de una interfaz de unión, lo que resulta en la inhibición de la unión.

30 Por lo tanto, cuando se fabrica el intercambiador de calor de tipo placa según la presente invención utilizando una lámina de acero inoxidable como material de base, los presentes inventores controlan el contenido de elementos fácilmente oxidables, Al, Ti y Si, y definen el perfil de la superficie de la lámina de acero inoxidable base y la presión aplicada y la temperatura de calentamiento cuando se realiza la soldadura por difusión en fase sólida.

35 No existe ninguna limitación para la composición general del acero inoxidable a utilizar. Se pueden utilizar los siguientes: láminas de acero inoxidable ferrítico monofásico, láminas de acero inoxidable austenítico, láminas de acero inoxidable martensítico o láminas de acero inoxidable de dos fases que tienen composiciones comunes tales como las definidas en JIS y similares.

40 Cuando están contenidas grandes cantidades de elementos fácilmente oxidables, Al, Ti y Si, se puede formar un óxido robusto o una película de óxido robusta en la superficie de una interfaz de unión, lo que da como resultado la inhibición de la unión. Por lo tanto, se controlará la cantidad total de los mismos. Los detalles se describirán en los ejemplos. Brevemente, cuando 0,1 Si + Ti + Al es del 0,15 % o más, se puede favorecer la oxidación en el interior de los artículos a unir, lo que resulta en un rendimiento insuficiente de la unión.

45 Una lámina de acero inoxidable preferente para ser utilizada en la presente invención es una lámina de acero inoxidable ferrítico monofásico que consiste en C: del 0,0001 al 0,15 %, Si: menos del 1,5 %, Mn: del 0,001 al 1,2 %, P: del 0,001 al 0,045 %, S: del 0,0005 al 0,03 %, Ni: del 0 al 0,6 %, Cr: del 11,5 al 32,0 %, Cu: del 0 al 1,0 %, Mo: del 0 al 2,5 %, Al: menos del 0,15 %, Ti: menos del 0,15 %, Nb: del 0 al 1,0 %, V: del 0 al 0,5 %, N: 0 hasta 0,025 % en masa, y el resto de Fe e impurezas inevitables.

50 Además, puede ser, asimismo, una lámina de acero inoxidable austenítico que consiste en C: del 0,0001 al 0,15 %, Si: menos del 1,5 %, Mn: del 0,001 al 2,5 %, P: del 0,001 al 0,045 %, S: del 0,0005 al 0,03 %, Ni: del 6,0 al 28,0 %, Cr: del 15,0 al 26,0 %, Cu: del 0 al 3,5 %, Mo: del 0 al 7,0 %, Al: menos del 0,15 %, Ti: menos del 0,15 %, Nb: del 0 al 1,0 %, V: del 0 al 0,5 %, N: del 0 al 0,3 % en masa, y el resto de Fe e impurezas inevitables.

55 Además, puede ser, asimismo, una lámina de acero inoxidable martensítico que consiste en C: del 0,15 al 1,5 %, Si: menos del 1,5 %, Mn: del 0,001 al 1,0 %, P: del 0,001 al 0,045 %, S: del 0,0005 al 0,03 %, Ni: del 0,05 al 2,5 %, Cr:

del 13,0 al 18,5 %, Cu: del 0 al 0,2 %, Mo: del 0 al 0,5 %, Al: menos del 0,15 %, Ti: menos del 0,15 %, Nb: 0 al 0,2 %, V: 0 al 0,2 % en masa, y el resto de Fe e impurezas inevitables.

5 Además, puede ser, asimismo, una lámina de acero inoxidable bifásico ferrítico-martensítico o una lámina de acero inoxidable bifásico ferrítico-austenítico que consiste en C: del 0,0001 al 0,15 %, Si: menos del 1,5 %, Mn: del 0,001 al 1,0 %, P: del 0,001 al 0,045 %, S: del 0,0005 al 0,03 %, Ni: del 0,05 al 6,0 %, Cr: del 13,0 al 25,0 %, Cu: del 0 al 0,2 %, Mo: del 0 al 4,0 %, Al: menos del 0,15 %, Ti: menos del 0,15 %, Nb: del 0 al 0,2 %, V: del 0 al 0,2 %, N: del 0,005 al 0,2 % en masa, y el resto de Fe e impurezas inevitables.

10 Para mantener la capacidad de fabricación, se puede añadir del 0 al 0,01 % del B y del 0 al 0,1 % de uno o más de Ca, Mg y REM a los aceros inoxidables mencionados anteriormente.

Además, en la soldadura por difusión en fase sólida, la unión se lleva a cabo mientras los metales a unir son presionados fuertemente entre sí.

15 Por lo tanto, la rugosidad superficial de ambos afectará en gran medida a la calidad de unión de los mismos. Los detalles sobre la rugosidad superficial se describirán, asimismo, en los ejemplos que se muestran a continuación. En el caso de que la soldadura por difusión en fase sólida se realice bajo una presión aplicada de 0,3 MPa, la rugosidad superficial de una lámina de acero inoxidable bifásica, que se puede soldar por difusión con relativa facilidad, debe ser $R_a \leq 2,0 \mu\text{m}$, dependiendo de la presión en una superficie de contacto entre los metales a unir. La rugosidad superficial de una lámina de acero inoxidable ferrítico monofásico o de una lámina de acero inoxidable austenítico o una lámina de acero inoxidable martensítico, que puede ser difícil de soldar por difusión, debe ser $R_a \leq 0,3 \mu\text{m}$.

20 La presión aplicada entre las láminas de acero inoxidable para ser soldadas por difusión se establecerá en 0,1 MPa o más para un acero inoxidable bifásico, 0,3 MPa o más para láminas de acero inoxidable ferrítico o austenítico o martensítico monofásico. Un valor de la presión aplicada igual o menor que estos valores no es preferente para productos comerciales, tal como se describe a continuación, porque se requiere calentar a una temperatura más alta para formar una interfaz de unión firme. Un valor de la presión aplicada igual o mayor que estos valores puede permitir que la soldadura por difusión se realice con un equipo relativamente simple.

25 Preferentemente, se utiliza un peso de metal para aplicar la presión aplicada desde las direcciones tanto hacia arriba como hacia abajo. Un acero inoxidable ferrítico térmicamente resistente que tiene una excelente resistencia térmica y una expansión térmica pequeña se utiliza, preferentemente, como peso. La presión aplicada se puede calcular dividiendo una carga de un peso por las áreas de unión superior e inferior.

30 Una película de pasivación y una película de óxido en la superficie de unión es más fácil de romper a medida que aumenta la presión aplicada tras el calentamiento, lo que puede ser responsable de un deterioro de la unión, y el área de contacto entre superficies microscópicamente irregulares de láminas de acero (el área de contacto de la interfaz) puede ser aumentada fácilmente. Por lo tanto, el área de difusión atómica se expande, dando como resultado una soldadura por difusión facilitada. Por otro lado, cuando se utiliza un peso más grande para aumentar la presión aplicada, tienden a producirse desplazamientos de carga debido a un centro de masa inestable y a una conformación deficiente debida a una carga desigual. Además, cuando se aumenta la carga de un peso, se aumenta la relación entre el peso y la carga permisible de un crisol o de los carriles de transferencia. Por lo tanto, el peso de los productos que pueden ser cargados será limitado, lo que resulta en una disminución importante de la fabricación en serie. Por lo tanto, la presión aplicada es, preferentemente, de 0,8 MPa o menos, lo que corresponde al valor mínimo requerido para realizar la unión.

35 La temperatura de calentamiento en la soldadura por difusión se establece en 1000 °C o más para un acero inoxidable bifásico, y en 1100 °C o más para láminas de acero inoxidable monofásico ferrítico, austenítico o martensítico. La soldadura por difusión no se puede conseguir suficientemente cuando no se alcanzan estas temperaturas.

40 La difusión en fase sólida en la superficie de un acero inoxidable tiene lugar, normalmente, a unos 900 °C. En concreto, calentar a 1100 °C o más puede facilitar la soldadura por difusión en poco tiempo porque se activa la difusión atómica. No obstante, el calentamiento a 1200 °C o más puede disminuir la resistencia a altas temperaturas y también tiende a dar como resultado granos de cristal gruesos. Una menor resistencia a altas temperaturas puede dar como resultado una importante deformación térmica de los artículos a unir durante el calentamiento. Además, los granos de cristal engrosados pueden disminuir la resistencia de un material de base, lo que da como resultado una resistencia a la presión deteriorada. Por lo tanto, los presentes inventores han llevado a cabo estudios para encontrar una temperatura de calentamiento a la que la soldadura por difusión se puede realizar a una temperatura tan baja como sea posible. Como resultado, los presentes inventores encuentran que las temperaturas de calentamiento en los siguientes rangos pueden ser utilizadas para unir en las condiciones de las composiciones químicas, rugosidad superficial y presiones aplicadas mencionadas anteriormente: de 1100 °C a 1200 °C para láminas de acero inoxidable ferrítico o austenítico o martensítico monofásico, de 1000 °C a 1200 °C para una lámina de acero inoxidable bifásica y de 1100 °C a 1200 °C para unir diferentes materiales entre ellos. Cabe señalar que la temperatura adecuada para soldadura fuerte de 1100 °C o más se utiliza preferentemente cuando se utiliza

parcialmente un material de soldadura fuerte.

5 La soldadura por difusión entre láminas de acero inoxidable puede ser llevada a cabo manteniendo el calentamiento de esos elementos a unir en una atmósfera en la que una presión de 1×10^{-2} Pa o menos se consigue mediante aspiración al vacío. La soldadura por difusión no puede ser conseguida suficientemente en una atmósfera de más de 1×10^{-2} Pa.

10 En el caso de que la presión ambiental sea superior a 1×10^{-2} Pa ($> 1 \times 10^{-2}$ Pa), puede quedar oxígeno alojado en un espacio entre las láminas de acero inoxidable a unir, lo que da como resultado una película de óxido en una capa superficial de unión tras el calentamiento. Esto deteriora significativamente la calidad de la unión. En un caso en el que la presión ambiental es inferior a 1×10^{-2} Pa, es decir, la presión ambiental se establece en 1×10^{-2} Pa o menos, una película de óxido en la superficie será ultrafina. Por lo tanto, esta es la condición óptima para la soldadura por difusión. Cabe señalar que, tal como se describió anteriormente, un gas inerte tal como Ar, He y N_2 puede estar incluido cuando se realiza la unión después de que la presión ambiental alcance 1×10^{-2} Pa o menos.

15 Se puede utilizar un procedimiento de calentamiento en el que todo el material en el horno es calentado de manera uniforme con un calentador. El tiempo de mantenimiento del calor puede establecerse dentro de un intervalo comprendido entre 30 y 120 minutos.

20 Se prefiere un tiempo de mantenimiento del calor lo más corto posible con vistas a la fabricación en serie. No obstante, se requirió un tiempo de calentamiento de 30 minutos o más para calentar uniformemente todos los elementos a unir para excitar suficientemente la difusión atómica. Por otro lado, un tiempo de mantenimiento de 120 minutos o más facilita el crecimiento de los granos de cristal en la medida en que se ve afectada la resistencia de un material de base. Por lo tanto, se utilizó, preferentemente, el tiempo de mantenimiento comprendido entre 30 y 120 min.

EJEMPLOS

30 Ejemplo 1: Primero, solo se formaron componentes de tipo caja, cada uno con un espesor de placa de 0,4 mm utilizando una lámina de acero con una composición de elementos mostrada en la tabla 1. A continuación, tres de ellos fueron dispuestos en capas, tal como se muestra en la figura 5 (a). Estos se utilizan para evaluar la calidad de la unión de las piezas de ensayo. En este caso, el ángulo de la pared vertical θ fue de 30° , y no se aplicó un material de soldadura fuerte. Además, la rugosidad superficial R_a en una parte de formación es $0,3 \mu\text{m} \leq$.

35 El artículo ensamblado preliminar anterior se sometió a soldadura por difusión en condiciones seleccionadas a partir de las descritas en la tabla 2 y en los patrones de calentamiento mostrados en la figura 6. Es decir, se dispuso en un horno de vacío horizontal. Una vez que la presión ambiental alcanzó 1×10^{-2} Pa o menos, el calentamiento se realizó según el patrón de calentamiento (3) mostrado en la figura 6, con una temperatura de calentamiento de 1200°C , un tiempo de inmersión de 2,0 horas y una presión superficial de carga de 0,5 MPa. Estas condiciones resultan ser los límites superiores de la temperatura y la presión superficial con vistas a la fabricación en serie.

40 Se aplicó una carga colocando un peso de SUS 430 sobre un artículo procesado que había sido intercalado entre placas de cerámica de alúmina desde arriba y desde abajo. La presión aplicada se ajustó simplemente a $P_{\text{sin}} \theta/S = 0,5 \text{ MPa}$ en donde S (mm^2) representa el área de contacto total en las partes de la pared vertical, y P (N) representa el peso de un peso.

[Tabla 1]

Composiciones de componentes de las piezas para ensayo (masa) %

Tipo de sistema de acero	Muestra nº	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	Ti	Al	N	0,1Si + Ti + Al	Comentarios
Acero inoxidable basado en α	1	0,007	0,61	0,18	0,07	11,16	0,02	0,03	-	0,18	0,032	0,009	0,27	Material de comparación
	2	0,008	0,38	0,28	0,25	17,22	0,04	0,05	0,15	0,18	0,022	0,012	0,24	Material de comparación
	3	0,005	0,07	0,24	0,21	17,53	0,85	0,06	-	0,26	0,119	0,011	0,39	Material de comparación
	4	0,010	0,18	0,20	0,22	17,10	0,13	0,05	0,12	0,24	0,021	0,012	0,28	Material de comparación
	5	0,007	0,23	0,22	0,13	22,03	1,04	0,03	0,19	0,20	0,090	0,013	0,31	Material de comparación
	6	0,006	0,11	0,20	0,16	29,50	1,90	0,05	0,19	0,17	0,082	0,014	0,26	Material de comparación
	7	0,011	0,47	0,28	0,12	17,32	0,02	0,03	0,37	0	0,003	0,008	0,05	Material inventado
	8	0,010	0,34	0,99	0,14	18,44	1,85	0,19	0,41	0	0,006	0,012	0,04	Material inventado
	9	0,006	0,32	0,99	0,16	18,23	1,99	0,17	0,61	0	0,001	0,008	0,03	Material inventado
	10	0,010	0,51	0,34	0,13	22,51	0,02	0,44	0,36	0	0,001	0,012	0,05	Material inventado
	11	0,014	0,33	0,32	0,13	16,84	0,05	1,50	0,40	0	0,008	0,009	0,04	Material inventado
Acero inoxidable basado en γ	12	0,017	1,44	2,03	7,10	16,58	0,24	1,91	-	0	0,005	0,013	0,15	Material de comparación
	13	0,040	2,80	0,67	11,9	18,39	0,75	2,00	-	0	0,001	0,008	0,28	Material de comparación
	14	0,042	3,28	0,75	13,2	19,07	0,10	0,10	0,09	0	0,02	0,022	0,35	Material de comparación
	15	0,053	0,50	0,77	8,55	18,10	0,19	0,25	-	0	0,005	0,028	0,06	Material inventado
	16	0,022	0,25	1,72	8,06	17,07	0,07	3,25	-	0	0,001	0,013	0,03	Material inventado
	17	0,022	0,59	1,72	9,06	18,21	0,06	3,22	-	0	0	0,023	0,06	Material inventado
	18	0,017	0,51	1,71	12,10	17,31	2,04	0,35	-	0	0,002	0,007	0,05	Material inventado
	19	0,050	0,50	1,50	20,20	25,30	0,20	-	-	0	0	0,030	0,05	Material inventado
Acero inoxidable basado en M	20	0,036	1,48	0,36	6,82	14,46	0,12	0,60	-	0,31	0,028	0,009	0,49	Material de comparación
	21	0,340	0,56	0,55	0,13	13,40	0,03	0,04	-	0	0	0,015	0,06	Material inventado
	22	0,980	0,28	0,43	0,12	16,25	0,21	0,03	-	0	0	0,007	0,03	Material inventado
Acero inoxidable bifásico	23	0,064	0,51	0,28	0,21	16,35	0,02	0,03	-	0,01	0,001	0,015	0,05	Material inventado
	24	0,078	0,57	0,32	0,27	16,22	0,08	0,03	-	0,01	0	0,022	0,07	Material inventado
	25	0,024	0,51	0,53	0,08	11,78	0,09	0,03	0,01	0	0,002	0,017	0,05	Material inventado
	26	0,065	0,28	0,76	0,14	12,48	0,04	0,10	0,03	0	0	0,011	0,03	Material inventado
	27	0,083	0,27	0,85	0,09	12,19	0,03	0,04	0,02	0	0,002	0,013	0,03	Material inventado
	28	0,230	0,53	0,32	2,04	16,55	0,03	0,04	-	0,01	0,009	0,142	0,07	Material inventado

-- : indica sin aditivos

[Tabla 2]

Condiciones de unión

Equipo de ensayo	Horno de vacío horizontal
Presión ambiente (Pa)	$\leq 1 \times 10^{-2}$
Temperatura de la unión (°C)	950 ~ 1250
Presión en la superficie de carga (MPa)	0, 0,1, 0,3, 0,5
Espesor de la pieza en ensayo (mm)	0,4
Rugosidad superficial (μm)	0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 1,0, 2,0, 3,0

El artículo procesado de tres capas resultante fue evaluado para determinar el estado de oxidación del interior y la calidad de la unión en las partes de la pared vertical. El estado de oxidación del interior fue evaluado observando visualmente las condiciones de coloración de una sección transversal obtenida después de cortar la muestra. La calidad de la unión en las partes de la pared vertical no se consideró buena cuando se observaron 5 secciones transversales bajo un microscopio, y se observó una ubicación de no unión, como mínimo, en una de las secciones transversales.

Los resultados se muestran en la tabla 3.

5 Los artículos de las muestras n.^{os} 7 a 11, n.os 15 a 19, y n.^{os} 21 a 28 según la presente invención no mostraron coloración debido a la oxidación en condiciones de 1200 °C, 2,0 horas y 0,5 MPa, y mostraron una buena calidad de unión. Por otro lado, las muestras n.^{os} 1 a 6, n.^{os} 12 a 14 y n.^o 20 de experimentos comparativos mostraron coloración y una calidad de unión insatisfactoria. Por lo tanto, en los siguientes experimentos, solo los artículos según la presente invención se utilizaron para identificar condiciones de unión adecuadas.

[Tabla 3]

Resultados del Ejemplo 1

Muestra nº	Comentarios	Oxidación interna	Calidad de la unión
1	Material de comparación	×	×
2	Material de comparación	×	×
3	Material de comparación	×	×
4	Material de comparación	×	×
5	Material de comparación	×	×
6	Material de comparación	×	×
7	Material inventado	○	○
8	Material inventado	○	○
9	Material inventado	○	○
10	Material inventado	○	○
11	Material inventado	○	○
12	Material de comparación	×	×
13	Material de comparación	×	×
14	Material de comparación	×	×
15	Material inventado	○	○
16	Material inventado	○	○
17	Material inventado	○	○
18	Material inventado	○	○
19	Material inventado	○	○
20	Material de comparación	×	×
21	Material inventado	○	○
22	Material inventado	○	○
23	Material inventado	○	○
24	Material inventado	○	○
25	Material inventado	○	○
26	Material inventado	○	○
27	Material inventado	○	○
28	Material inventado	○	○

5 Ejemplo 2: Dos componentes en forma de aleta que tienen formas transversales de (1) triángulo, (2) trapecioide, (3) rectángulo que había sido formado a partir de láminas de acero de 0,4 mm se dispusieron entre los componentes de tipo caja de tres capas fabricados en el n.º 10, n.º 16, n.º 24 del Ejemplo 1. A continuación, una placa superior y una placa inferior, cada una con un grosor de placa de 1,0 mm tal como se muestra en la figura 3 (a) se incorporaron en los componentes citados anteriormente de tipo caja y de tipo aleta para obtener un intercambiador de calor montado de manera preliminar. Cabe señalar que los ángulos θ de las paredes verticales fueron corregidos y variados mediante presión. Las piezas para ensayo a ser sometidas a un tratamiento de soldadura por difusión para cada una de las zonas de contacto se indican como "a" (entre la placa superior y el componente de tipo caja), "b" (entre la placa inferior y el componente de tipo caja), "c" (entre las partes de aleta) y "d" (entre las secciones de pared vertical de borde periférico de los componentes de tipo caja) en la figura 3. Además, también se prepararon piezas para ensayo, cada una con un material de soldadura fuerte de Cu puro aplicado sobre una parte de las zonas de contacto, para las zonas de contacto indicadas como "c" y "d". En este momento, el material de soldadura fuerte de Cu se aplicó en una cantidad de 0,3 g/cm².

5 El anterior intercambiador de calor montado de manera preliminar fue sometido a un tratamiento de unión en condiciones de 1100 °C, 2,0 horas y 0,3 MPa. La fortaleza de unión se midió mediante ensayos de presión. Los ensayos de presión se llevaron a cabo de la siguiente manera: se cerraron 3 de cada 4 juntas (aberturas) provistas en la parte plana de la superficie superior de la superficie del componente de tipo caja, tal como se muestra en la figura 4, y se aplicó la presión hidráulica al interior del intercambiador de calor a través de la junta restante, y se observó la aparición de fugas a una presión predeterminada de 3 MPa.

10 Los resultados se muestran juntos en la tabla 4. Los n.ºs 1 a 9 de los ejemplos de la presente invención no mostraron fugas a 3 MPa en los ensayos de presión, que muestran una buena calidad de la unión. Por otro lado, en el caso del n.º 10 y el n.º 11 de ejemplos comparativos que tenían ángulos grandes de pared vertical, y el n.º 12 que no tenía aletas en el interior, los componentes de tipo caja se aplastaron durante los ensayos, lo que indica que no tenían suficiente resistencia a la presión.

[Tabla 4]

15

Resultados de ensayos de presión en los que se cambió el ángulo de pared vertical del Ejemplo 2

Ejemplo n°	Muestra n°	Ángulo de la pared vertical θ	Forma de la aleta *1	Procedimiento de unión *2, 3				3MPa Ensayo de presión *4	Comentarios	
				a	b	c	d			
1	1 0	15	①	D	D	B	D+B	○	Presente invención	
2		15	②	D	D	D	D+B	○		
3		15	③	D	D	D	D+B	○		
4	1 6	0	①	D	D	B	D+B	○		
5		15	①	D	D	B	D+B	○		
6		30	③	D	D	D	D	○		
7	2 4	15	②	D	D	D	D+B	○		Ejemplos comparativos
8		15	②	D	D	D	D	○		
9		30	②	D	D	D	D	○		
10		45	②	D	D	D	D	×		
11		60	②	D	D	D	D	×		
12		30	Ninguna	D	D	D	D	×		

*1 : ①Triángulo, ②Trapezoide, ③Rectángulo

*2 : a (Entre la placa superior y el componente de tipo caja), b (Entre la placa inferior y el componente de tipo caja)

c(Partes de aleta), d Paredes verticales de los componentes de tipo caja)

*3 : D (Unión por difusión), B (Soldadura fuerte)

*4 : ○ (No filtraciones), × (Filtrado)

20 Entre los ejemplos de la presente invención mostrados en la tabla 4, el n.º 7 representa un ejemplo en el que la soldadura por difusión se realizó en "a" a "c", y la soldadura fuerte se realizó en la parte de "d", y el n.º 8 representa un ejemplo en el que la soldadura por difusión se realizó en "a" a "d". Utilizando estos ejemplos de ensayos representativos, se variaron las condiciones de unión de temperatura, tiempo, presión aplicada y presión ambiental para identificar las condiciones de unión adecuadas.

25 Los resultados se muestran en la tabla 5. El n.º 13 y el n.º 15 mostraron una unión imperfecta debido a una fusión insuficiente de un material de soldadura fuerte. Además, en el caso del n.º 14 y el n.º 16, la temperatura y el tiempo cayeron fuera de los intervalos, en el lado de una temperatura superior y de un tiempo mayor. En el caso del n.º 18, se produjo una deformación significativa durante el calentamiento debido a una presión aplicada excesiva, mostrando una resistencia a la presión deteriorada. La presión aplicada era demasiado baja para el n.º 17, y la presión ambiental en la atmósfera era demasiado baja para el n.º 19. En cualquiera de los casos, la unión era insuficiente y la resistencia a la presión era mala.

35 Estos resultados demuestran que las condiciones de la unión fuera de los intervalos definidos en el presente documento no pueden proporcionar suficiente resistencia a la presión. Cabe señalar que la unión en las condiciones dentro de los intervalos definidos en este documento puede proporcionar una resistencia a la presión suficiente, tal

como se muestra en la tabla 3 y el n.º 20.

[Tabla 5]

Resultados de los ensayos de presión en los que se cambiaron las condiciones de unión en el Ejemplo 2

Ejemplo n°	Números de ejemplo en la Tabla 4	Temperatura de calentamiento (°C)	Tiempo de inmersión (h)	Presión aplicada (MPa)	Grado de vacío (Pa)	3 MPa Ensayo de presión *5
13	7	950	2,0	0,3	1×10^{-3}	×
14		1250	2,0	0,3	1×10^{-3}	×
15		1000	0,15	0,3	1×10^{-3}	×
16		1200	4,0	0,3	1×10^{-3}	×
17	8	1100	2,0	0	1×10^{-3}	×
18		1100	2,0	1,5	1×10^{-3}	×
19		1100	2,0	0,3	1×10^{-0}	×
20		1100	2,0	0,3	1×10^{-2}	○

*5 : ○ Sin filtraciones, × (Filtrado)

REIVINDICACIONES

- 5 1. intercambiador de calor de tipo placa, en el que una carcasa del intercambiador de calor comprende una pluralidad de componentes de tipo placa rectangular, y los componentes de tipo placa rectangular son componentes de tipo caja, cada uno con la misma forma y con una sección de pared vertical de borde periférico a lo largo de un borde periférico, y uno de los componentes de tipo caja está estratificado sobre otro de los componentes de tipo caja invertido en la dirección horizontal para formar una estructura en capas que tiene un componente de capa superior y un componente de capa inferior, de modo que una parte superior de una sección de pared vertical de borde periférico del componente de capa inferior de la estructura en capas está encajado en una parte inferior de una sección de pared vertical de borde periférico del componente de capa superior de la estructura en capas, y el ángulo (θ) de las secciones de pared vertical de borde periférico con respecto a la dirección vertical de una parte plana del lado superior es tal que $15^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$, y una parte de una zona de contacto entre la parte superior de la sección de pared vertical de borde periférico del componente de capa inferior y la parte inferior de la sección de pared vertical de borde periférico del componente de capa superior está unida mediante soldadura por difusión en fase sólida, en la que una parte de la zona de contacto entre la parte superior de la sección de pared vertical de borde periférico del componente de capa inferior y la parte inferior de la pared vertical del componente de capa superior está unida mediante unión por soldadura fuerte.
- 10
- 15
- 20 2. intercambiador de calor de tipo placa, según la reivindicación 1, en el que una zona de contacto entre el componente de capa superior y el componente de capa inferior distinta de la zona de contacto que está unida mediante soldadura por difusión en fase sólida entre la parte superior de la sección de pared vertical de borde periférico del componente de capa inferior y la parte inferior de la sección de pared vertical de borde periférico del componente de capa superior, está unida mediante soldadura por difusión en fase sólida o unión por soldadura fuerte.
- 25
- 30 3. intercambiador de calor de tipo placa, según la reivindicación 1 o 2, en el que los componentes de tipo caja son artículos formados mediante presión, teniendo cada uno dos tipos de secciones de abertura en posiciones simétricas en un lado superior del mismo, estando uno de ellos abierto y sobresaliendo hacia arriba desde cada uno de los componentes de tipo caja, y estando el otro abierto y sobresaliendo a la misma altura hacia el interior desde cada uno de los componentes de tipo caja, y un lado superior de la sección de abertura que sobresale hacia arriba del componente de capa inferior está unido con un lado inferior en la sección de abertura que sobresale hacia abajo del componente de capa superior en una zona de contacto entre los mismos, por medio de soldadura por difusión en fase sólida o de unión mediante soldadura fuerte.
- 35
- 40 4. Procedimiento para fabricar un intercambiador de calor de tipo placa, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo el procedimiento calentar un conjunto en capas de componentes de tipo caja preparados con una lámina de acero inoxidable ferrítico monofásico o una lámina de acero inoxidable austenítico o una lámina de acero inoxidable martensítico que tiene una composición química de $0,1 \text{ Si} + \text{Ti} + \text{Al} < 0,15 \%$ en masa y una rugosidad superficial de $R_a < 0,3 \mu\text{m}$ en una atmósfera de una temperatura de calentamiento de $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ o más, una presión aplicada de $0,3 \text{ MPa}$ o más y una presión ambiental de $1 \times 10^2 \text{ Pa}$ o menos para realizar soldadura por difusión en fase sólida.
- 45
- 50 5. Procedimiento para fabricar el intercambiador de calor de tipo placa, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo el procedimiento calentar un conjunto en capas de los componentes de tipo caja preparados con una lámina de acero inoxidable de dos fases que tiene una composición química de $0,1 \text{ Si} + \text{Ti} + \text{Al} < 0,15 \%$ en masa y una rugosidad superficial de $R_a < 2,0 \mu\text{m}$ en una atmósfera de una temperatura de calentamiento de $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ o más, una presión aplicada de $0,1 \text{ MPa}$ o más y una presión ambiental de 10^2 Pa o menos para llevar a cabo soldadura por difusión en fase sólida.

FIG. 1

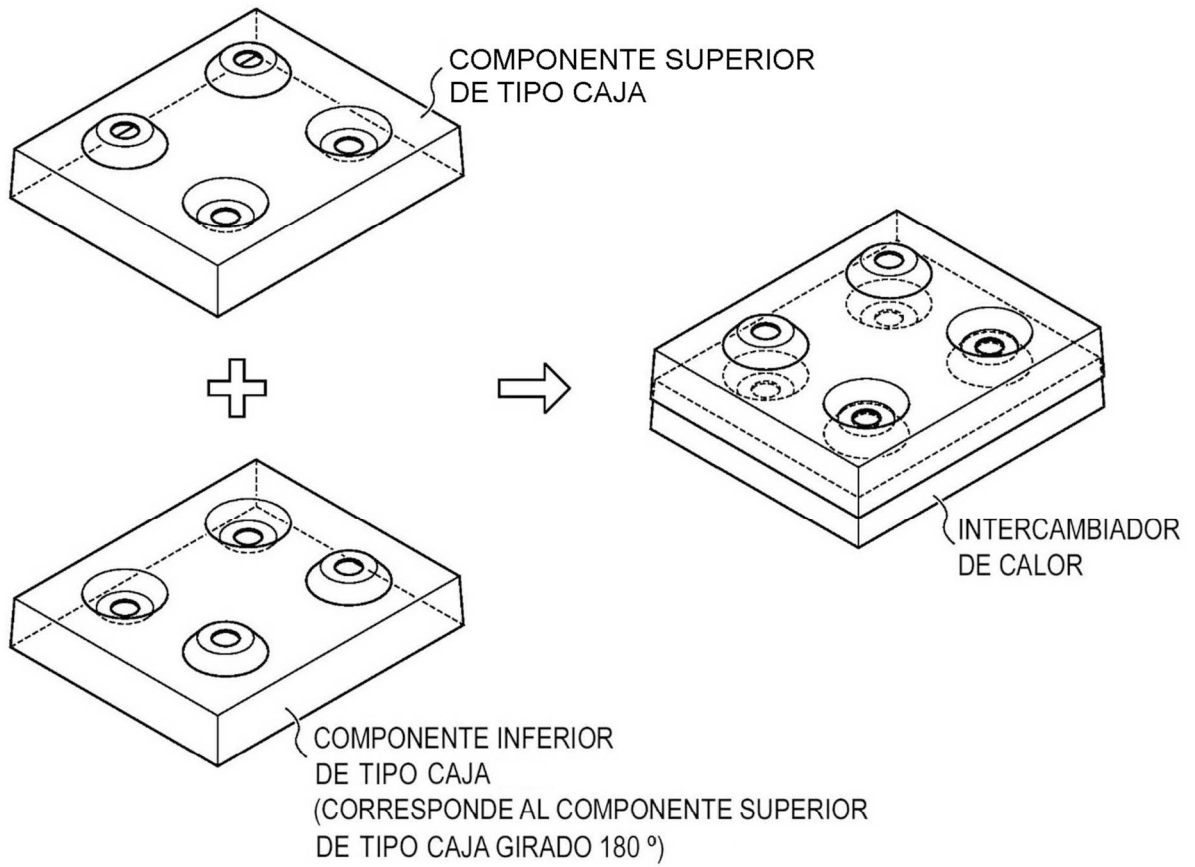


FIG. 2A

[DIBUJO DE MONTAJE (ALZADO)]

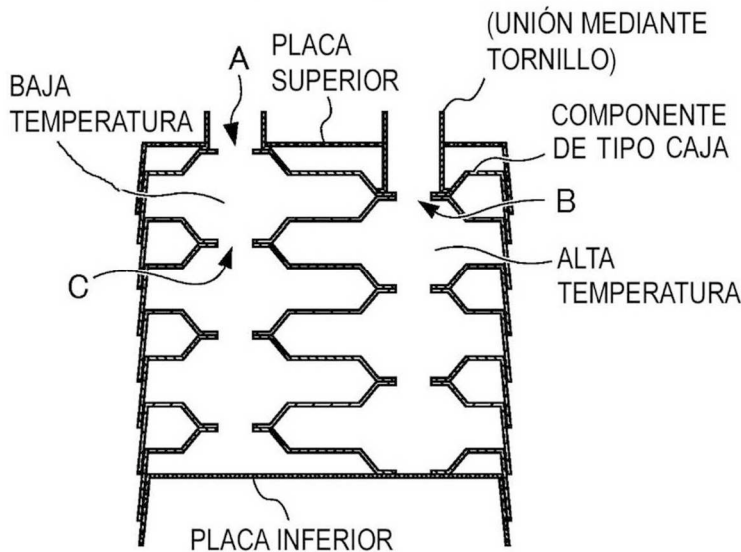


FIG. 2B

[DIBUJO DE MONTAJE (PERSPECTIVA)]

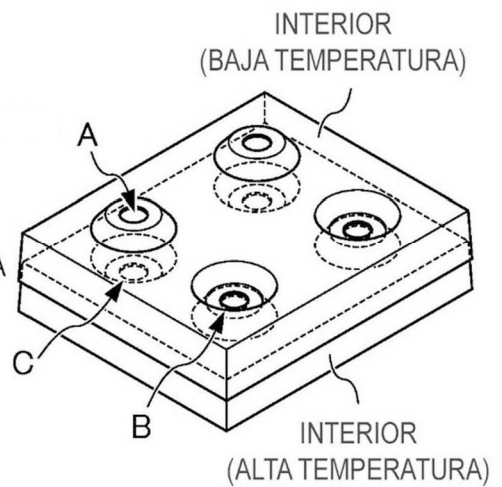


FIG. 3A

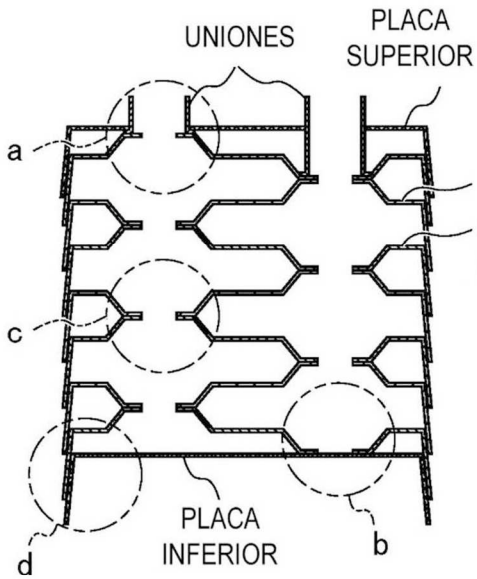


FIG. 3B

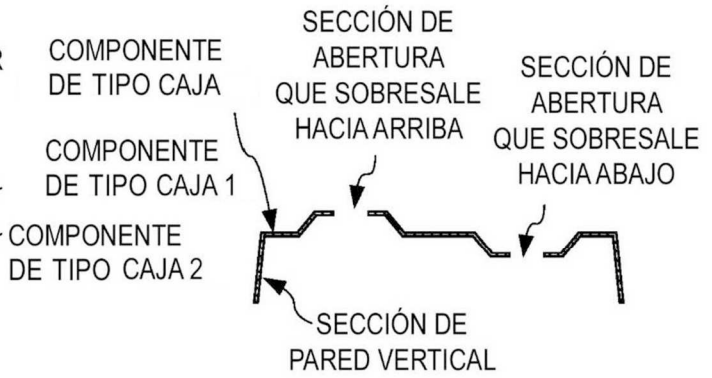


FIG. 4

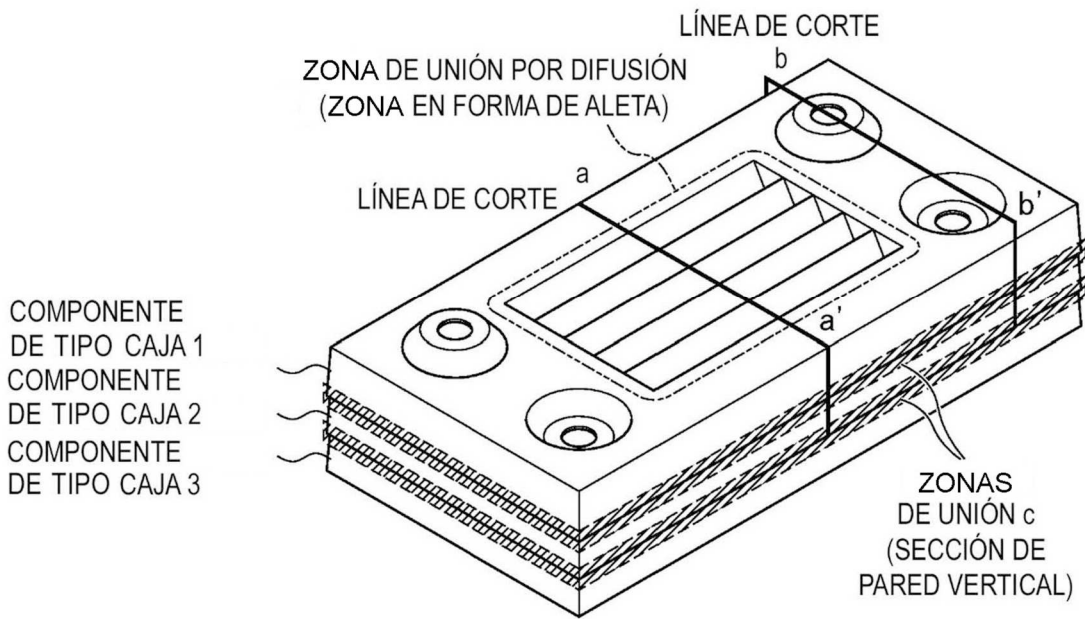
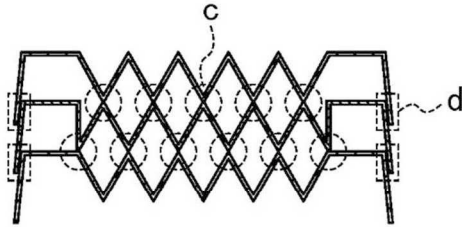


FIG. 5A

<SECCIÓN TRANSVERSAL a - a'>



	ZONAS DE UNIÓN	UBICACIONES
c	ZONA EN FORMA DE ALETA	
d	SECCIÓN DE PARED VERTICAL	

ESTRUCTURAS DE LAS ZONAS DE UNIÓN

FIG. 5B

<SECCIÓN TRANSVERSAL b - b'>

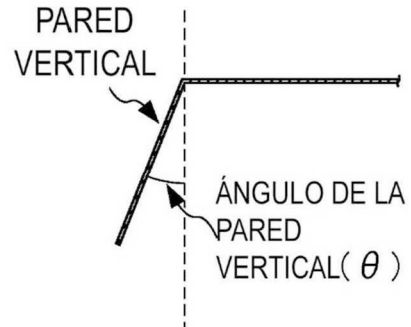
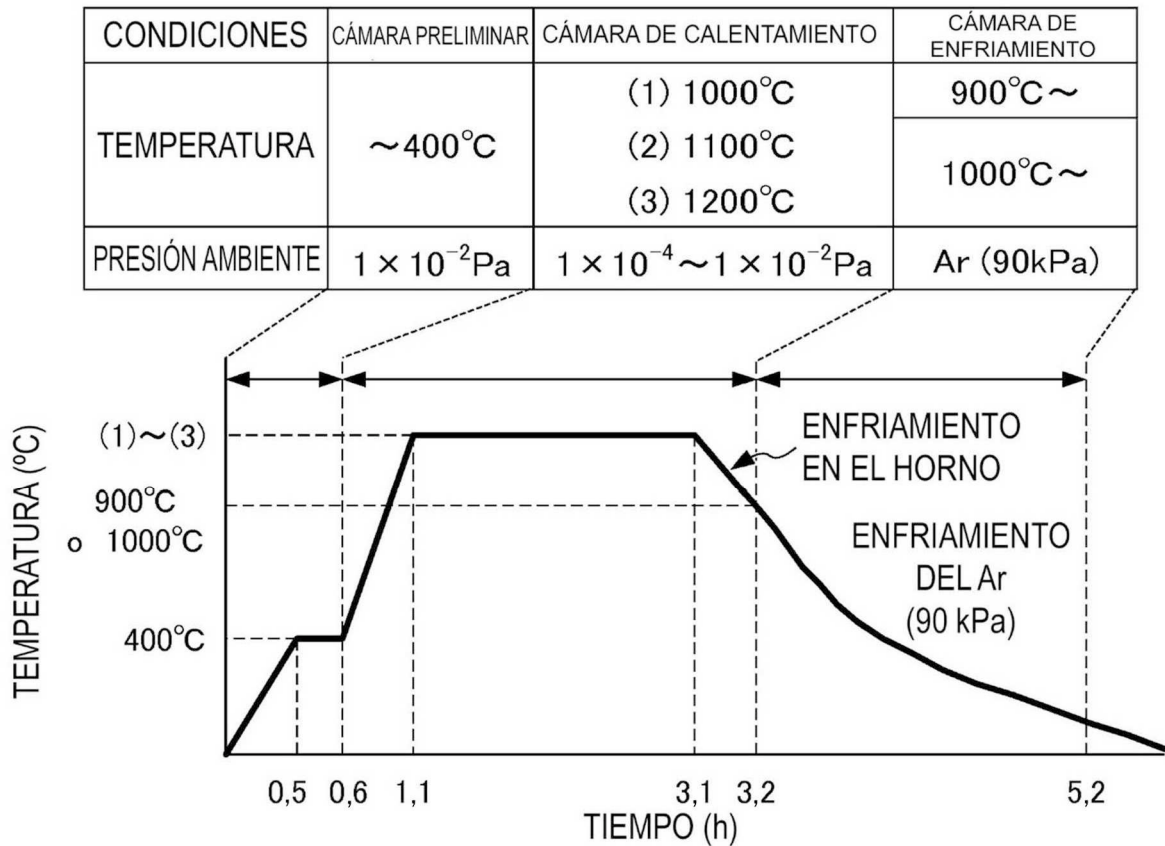


FIG. 6



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- JP 2010085094 A
- EP 1676089 A1
- WO 2007036963 A1
- EP 2568248 A2

10