

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 201**

51 Int. Cl.:

<b>B22D 7/02</b>	(2006.01)
<b>B21D 53/04</b>	(2006.01)
<b>B32B 15/01</b>	(2006.01)
<b>C22C 21/00</b>	(2006.01)
<b>C22C 21/02</b>	(2006.01)
<b>C22C 21/06</b>	(2006.01)
<b>C22C 21/12</b>	(2006.01)
<b>F28F 3/14</b>	(2006.01)
<b>F28F 19/06</b>	(2006.01)
<b>F28F 21/08</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2015 PCT/US2015/065667**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16106007**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2015 E 15821203 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3237129**

54 Título: **Intercambiador de calor**

30 Prioridad:

**22.12.2014 US 201462095146 P**

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

**22.02.2021**

73 Titular/es:

**NOVELIS INC. (100.0%)  
3560 Lenox Road, Suite 2000  
Atlanta, GA 30326, US**

72 Inventor/es:

**HUNTER, JOHN ANTHONY y  
YUAN, YUDIE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 807 201 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

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a los campos de ciencia de materiales y química de materiales, en particular a materiales y métodos para mejorar la resistencia a la corrosión en los intercambiadores de calor.

### Antecedentes

10 La corrosión metálica es un problema significativo en el campo de la ciencia de materiales y la química de materiales. La resistencia a la corrosión es una propiedad deseable en metales, en particular en los usados en entornos agresivos que conducen a corrosión. Un ejemplo de dicho entorno agresivo es el agua de mar. Por consiguiente, la resistencia a la corrosión de materiales metálicos usados en aplicaciones marinas constituye un serio problema en el campo de la ciencia de materiales.

15 El documento US 2008/0008903 A1 describe un artículo de lámina de funda de revestimiento que tienen propiedades superplásticas. Estos artículos de lámina de funda de revestimiento que tienen propiedades superplásticas son, en particular, apropiados para producir componentes de automoción o para aplicaciones aeroespaciales. Se proporciona una lámina de funda de revestimiento que tienen un núcleo AA5083 y una funda de revestimiento AA3003 (diluida).

20 El documento EP 0 177 710 A2 describe un tubo unido a un rodillo para artículos soldados. La funda de revestimiento de tubo de tipo banda de múltiples orificios con aleación de soldadura descrita en la presente memoria se puede usar para producir conjuntos de intercambiadores de calor. Específicamente, el documento EP 0 117 710 A2 proporciona un conjunto que consiste en láminas de aleación AA4343/AA1100/AA1100/AA4343 y un conjunto que consiste en láminas de aleación AA4343/AA3003/AA3003/AA4343.

El documento EP 1 178 268 A2 describe un evaporador para refrigeradores que se obtiene uniendo dos láminas de aluminio con un patrón de canal por medio de la aplicación de una capa de desprendimiento.

25 El documento US 6.329.075 B1 se refiere a un material de composite de aleación de aluminio para aplicaciones de intercambiador de calor. La capa de núcleo, en particular, está formada a partir de aleación de la serie AA3000, AA6000 o AA8000.

El documento US 2009/0214891 A1 describe un material de lámina de composite de aluminio para paneles de carrocería de automoción.

30 El documento US 2010/0124668 A1 describe un producto de placa para banda de rodadura que tiene una estructura de composite de aluminio.

El documento US 2010/0159275 describe una materia prima para latas de funda de revestimiento.

El documento WO 2010/126987 A1 describe una lámina de composite de multicapa para paneles de automoción. La lámina de composite comprende una capa de aleación de Al-Mg-Si y una capa de aleación de Al-Mn.

35 El documento WO 2013/037918 A1 describe un material de composite de aluminio con una capa de aleación de núcleo de Al-Mg-Si. Dicho composite resulta apropiado, en particular, como parte de carrocería en automoción.

El documento EP 2 130 669 A1 describe un producto de tubería de multicapa que comprende capas internas o externas de polímero o plástico y una capa metálica intermedia que es una lámina de aluminio de composite que comprende una capa de núcleo y al menos una capa de funda de revestimiento.

### Sumario

40 La presente invención se refiere a un intercambiador de calor que comprende una lámina de metal de composite que comprende una primera capa de funda de revestimiento que comprende una aleación de aluminio AA1XXX o AA3XXX en la que el contenido de Mg es < 0,2 % en peso y una capa de núcleo que comprende una aleación AA5005, AA5052 o AA4045, en la que la primera capa de funda de revestimiento es adyacente a una primera cara de la capa de núcleo.

45 En particular, la presente invención se refiere a un intercambiador de calor que comprende una lámina metálica de composite, que además comprende una segunda capa de funda de revestimiento que comprende una aleación de aluminio AA1XXX o una aleación de aluminio AA3XXX, en la que el contenido de Mg es < 0,2 % en peso, y la segunda capa de funda de revestimiento es adyacente a la segunda cara de la capa de núcleo.

Además, la presente invención se refiere a un método de preparación de un intercambiador de calor que comprende:

- a. obtener una primera lámina metálica de composite que comprende una primera capa de funda de revestimiento que comprende una aleación de aluminio AA1XXX o AA3XXX en la que el contenido de Mg es < 0,2 % en peso y una capa de núcleo, en la que la primera capa de funda de revestimiento es adyacente a una primera cara de la capa de núcleo, y en la que la capa de núcleo comprende una aleación AA5005, AA5052 o AA4045;
- b. obtener una segunda lámina metálica de composite que comprende una primera capa de funda de revestimiento que comprende una aleación de aluminio AA1XXX o AA3XXX en la que el contenido de Mg es < 0,2 % en peso y una capa de núcleo, en la que la primera capa de funda de revestimiento es adyacente a una primera cara de la capa de núcleo; y en la que la capa de núcleo comprende una aleación AA5005, AA5052 o AA4045;
- c. aplicar una tinta de interrupción de soldadura a regiones seleccionadas de la primera capa de funda de revestimiento de una primera lámina metálica de composite;
- d. colocar la primera capa de funda de revestimiento de la primera lámina metálica de composite adyacente a la primera capa de funda de revestimiento de la segunda lámina metálica de composite, en la que las regiones seleccionadas están entre una primera lámina metálica de composite y una segunda lámina metálica de composite;
- e. unir mediante rodillos las dos láminas metálicas de composite; e,
- f. inflar las regiones seleccionadas para formar canales.

Se pretende que el término "invención" y las expresiones "la invención", "esta invención" y "la presente invención" usados en la presente memoria hagan referencia ampliamente a toda la materia objetivo de la presente solicitud de patente y las reivindicaciones siguientes. Las afirmaciones que contienen estos términos se deberían comprender no para limitar la materia objetivo descrita en la presente memoria o para limitar el significado o alcance de las reivindicaciones de siguiente patente. Las realizaciones de la invención abarcadas quedan definidas por las reivindicaciones, no el presente sumario. El sumario es un resumen de alto nivel de diversos aspectos de la invención e introduce ciertos conceptos que se describen de forma adicional en la sección Descripción Detallada siguiente. No se pretende que el presente sumario identifique características clave o esenciales de la materia objetivo reivindicada, tampoco se pretende su uso aislado para determinar el alcance de la materia objetivo reivindicada. Se debería comprender el material objetivo por referencia a partes apropiadas de la memoria descriptiva completa, cualquiera o la totalidad de los dibujos y cada reivindicación.

La presente invención proporciona materiales de aleación de aluminio diferentes (Al) que se pueden usar en procesos de unión con rodillos para producir intercambiadores de calor de placas que contienen canales de flujo o tubos para el transporte de fluido. Estos intercambiadores de calor se preparan con procesos de unión por rodillos de relativo bajo coste y muestran una elevada eficacia de transferencia de calor y excelente resistencia a la corrosión, en particular en entornos marinos.

En un proceso, se hacen pasar dos láminas de Al por separado de forma simultánea a través de un soporte de rodillos, normalmente a temperatura elevada. La superficie superior de la lámina inferior, que está en contacto con la superficie inferior de la lámina superior, normalmente se somete a serigrafía con una tinta de interrupción de soldadura con un patrón deseado. La temperatura de procesamiento apropiada para la unión con rodillos varía en función de la reducción de presión total y las aleaciones objeto de procesamiento, pero es probable que se encuentre en algún punto dentro del intervalo de 150 °C a 500 °C. Tras la unión con rodillos, se crea una unión metalúrgica permanente entre las dos láminas (que crea de manera eficaz una lámina individual). No obstante, las regiones de la superficie de mateado que incorporan la tinta de interrupción de soldadura no forman una unión permanente. Estas regiones se pueden separar y el espacio posterior se puede inflar para crear canales de flujo integrales apropiados para un fluido de trabajo de intercambiador de calor (Figura 1).

Material de funda de revestimiento de una cara

En una realización, se proporciona un núcleo de aleación de metal resistente a la corrosión y una funda de revestimiento de aleación metálica que se moldea por fusión hasta el núcleo de aleación metálica para formar una lámina de funda de revestimiento de una cara. El moldeo por fusión se conoce en la técnica como queda evidenciado por las siguientes patentes de Estados Unidos: 7748434, 7762310, 7789124, 7882887, 7975752, 8336603, 8347949, 8415025 y 8418748. La funda de revestimiento de aleación metálica está seleccionada para facilitar la unión por rodillos. En la presente realización, las capas de la funda de revestimiento de las dos láminas de funda de revestimiento de una cara se unen por medio de rodillos de forma conjunta para producir un intercambiador de calor de placas gemelas de tubo integral (Figura 1). Este proceso de unión por rodillos produce una unión metalúrgica permanente entre las regiones de la capa de funda de revestimiento de la primera lámina y la capa de funda de revestimiento de la segunda lámina.

Muchas de la mayoría de las aleaciones resistentes a la corrosión contienen concentraciones significativas de magnesio (Mg). Este contenido de Mg evita el uso de estas aleaciones en la unión por rodillos debido al menos en parte a la generación incontrolada de óxido-Mg en la interfaz de la unión por rodillos. El concepto central es el uso

de una materia prima de lámina de funda de revestimiento de una cara en el proceso de unión por rodillos. Esta configuración asimétrica permite controlar la unión metalúrgica en la superficie de mateado por medio de la composición de la capa de funda de revestimiento. Esto permite el uso eficaz de cualquier aleación de núcleo en un intercambiador de calor de placas gemelas (Figuras 1, 4).

5 En otra realización, las capas de funda de revestimiento de las dos láminas de material de funda de revestimiento de una cara se unen mediante rodillos de forma conjunta. Se puede usar la aleación AA5XXX como capa de núcleo. Generalmente, se prefieren las aleaciones AA5XXX que se consideran "diluidas" o "de bajo contenido en magnesio". Estas aleaciones son inmunes a la corrosión intergranular y muestran buena resistencia a la corrosión general. En una realización, se usa una aleación AA5005. En otra realización, se usa una aleación AA5052. Las aleaciones con  
10 contenidos de magnesio dentro del intervalo de 0,5 % a 2,7 % (porcentaje en peso (% en peso)) se consideran candidatos reales para la configuración anteriormente descrita de funda de revestimiento de una cara. En la presente solicitud de patente, todos los números en porcentaje asociados a elementos individuales en las presente aleaciones se expresan en % en peso. El límite inferior refleja el mínimo necesario para proporcionar buena resistencia a la corrosión marina, mientras que el límite superior refleja el contenido de Mg máximo que se puede  
15 incorporar sin que se ponga en riesgo la sensibilización de la microestructura y aparezca una mayor susceptibilidad para la corrosión intergranular (IGC).

Se puede usar una aleación AA3XXX o AA1XXX para la capa de funda de revestimiento. Generalmente, se prefieren aleaciones AA3XXX y AA1XXX que se consideran "diluidas" o de "bajo contenido en magnesio" debido a la facilidad de uso para la unión por rodillos. El % en peso de magnesio en estas aleaciones está generalmente dentro del  
20 intervalo de 0,01-0,05 % para aleaciones AA1XXX y 0,01-0,2 % en peso para aleaciones AA3XXX. En la configuración de funda de revestimiento de una cara descrita anteriormente, la finalidad principal de la capa de funda de revestimiento AA3XXX o la capa de funda de revestimiento AA1XXX consiste en permitir la unión eficaz por rodillos de la lámina de aluminio. Una consideración significativa en cuanto al contenido de Mg es el límite superior más allá del cual la oxidación de Mg aumenta hasta un valor en el que no puede tener lugar la unión eficaz y consistente por medio de rodillos. En condiciones atmosféricas ambientales normales, este límite es probablemente  
25 de aproximadamente 0,2 % de Mg; aunque se podría incorporar potencialmente 0,4 % de Mg si las reducciones de presión fuera suficientemente elevadas. Si se adoptan medidas especiales (por ejemplo, unión por rodillos de atmósfera inerte), entonces sería teóricamente posible la unión mediante rodillos usando aleaciones de funda de revestimiento de > 0,4 % en peso de Mg.

30 En una realización, se usa una aleación AA3003 para la capa de funda de revestimiento. En otra realización, se usa una aleación AA1100 para la capa de funda de revestimiento. Siempre que el contenido de Mg sea < 0,2 % como máximo, si no la totalidad, se podría considerar el uso de aleaciones de AA1XXX y AA3XXX.

Material de funda de revestimiento de dos caras

Además, se proporciona un material que comprende un núcleo de metal que comprende un elevado contenido de  
35 metal en forma de chatarra y que tiene dos caras, una primera funda de revestimiento metálica moldeada por fusión en una cara del núcleo, y una segunda funda de revestimiento moldeada por fusión en la otra cara del núcleo. El material puede estar en forma de una lámina. Posteriormente, se unen por medio de rodillos dos de estas láminas de funda de revestimiento de manera conjunta para producir una unión metalúrgica permanente entre las regiones de una capa de funda de revestimiento de la primera lámina y la capa de funda de revestimiento de la segunda  
40 lámina (Figura 2).

En la presente realización, se encapsula una aleación de núcleo sensible a la corrosión y de bajo coste con una funda de revestimiento resistente a la corrosión de manera que se evita el contacto de la aleación de núcleo con cualquier fluido de trabajo (dentro de los canales de flujo integrales) o el entorno exterior (por ejemplo, agua de mar).

En la presente realización, se emplean aleaciones adaptadas para unión con rodillos para las capas de funda de  
45 revestimiento. Se puede usar una aleación AA3XXX o AA1XXX para una o ambas capas de funda de revestimiento. En una realización, ambas capas de funda de revestimiento son AA3XXX. En otra realización, ambas capas de funda de revestimiento son AA1XXX. En otra realización, una capa de funda de revestimiento es AA1XXX y la otra capa de funda de revestimiento es AA3XXX. En otra realización, una capa de funda de revestimiento es AA1XXX o AA3XXX y la otra capa de funda de revestimiento es AA5XXX. Las capas de funda de revestimiento pueden rodear  
50 una capa de núcleo de bajo coste que puede contener un contenido relativamente elevado de aluminio que contiene metal en forma de chatarra.

Se pueden usar diversas fuentes de chatarra para preparar la capa de núcleo de forma que los paneles del intercambiador de calor puedan actuar como sumidero eficaz de chatarra de aluminio. La realización de funda de revestimiento de dos caras se parece a una estructura intercalada diseñada para encapsular virtualmente cualquier  
55 composición basada en aluminio en la capa de núcleo, ya esté definida o no por un número AA. En una realización, la aleación AA4045 se usó como capa de núcleo.

## ES 2 807 201 T3

Aleación	Cu	Fe	Mg	Mn	Si	Ti	Zn	Cr
AA4045	0,062	0,376	0,320	0,811	1,614	0,010	0,062	0,012

- Se puede usar una aleación AA3XXX o AA1XXX para una o ambas capas de funda de revestimiento. Generalmente, se prefieren las aleaciones AA3XXX y AA1XXX que son consideradas "diluidas" o de "bajo contenido en magnesio" debido a la facilidad de la unión por rodillos. El % en peso de magnesio en estas aleaciones está generalmente dentro del intervalo de 0,01-0,05 % para las aleaciones AA1XXX y 0,05-0,2 % para las aleaciones AA3XXX. En una realización, se usa una aleación AA3003 para la capa de funda de revestimiento. En otra realización, se usa una aleación AA1100 para la capa de funda de revestimiento. Con tal de que el contenido de Mg sea < 0,2 % como máximo, si no la totalidad, se debería considerar el uso de aleaciones AA1XXX y AA3XXX como capa de funda de revestimiento.
- En otra realización, se puede usar revestimiento por rodillos tradicional como alternativa al moldeo por fusión para producir materias primas de lámina de funda de revestimiento. Estas láminas de funda de revestimiento se pueden usar posteriormente en el proceso de unión por rodillos para producir intercambiadores de calor de placas gemelas. En este caso, todos los límites mencionados anteriormente sobre las composiciones para unión por rodillos resultan aplicables. La limitación más notable serían niveles de Mg limitados a < 0,2 % (quizás hasta 0,4 %, si se usan reducciones muy elevadas).

Las láminas basadas en aluminio de la presente invención se usan para preparar intercambiadores de calor que poseen elevada resistencia a la corrosión en entornos acuosos tales como agua de mar.

### Breve descripción de las figuras

- La Figura 1 es una representación esquemática de un panel de aluminio formado por una lámina de funda de revestimiento de una cara, en el que la capa de la lámina de funda de revestimiento de una cara mira a la capa de funda de revestimiento de la segunda lámina y se unen mediante rodillos de forma conjunta para producir un intercambiador de calor de placas gemelas de tubo integral.

- La Figura 2 se una representación esquemática de un panel de aluminio formado por una lámina de funda de revestimiento de dos caras moldeada por fusión, en el que las dos láminas citadas se unen mediante rodillos de forma conjunta para producir un intercambiador de calor de placas gemelas de tubo integral.

La Figura 3 muestra representaciones esquemáticas de un proceso discontinuo de unión mediante rodillos de aluminio para producir un intercambiador de calor de placas gemelas de tubo integral.

### Descripción detallada

- En la presente memoria se describen materiales metálicos basados en Al mejorados que se pueden describir como láminas que comprenden un núcleo y un revestimiento. En algunas realizaciones, los materiales metálicos mejorados se conforman para dar lugar a láminas y el revestimiento se une a una cara de la lámina (revestimiento de una cara) o a ambas caras de la lámina (revestimiento de dos caras). Un ejemplo del material metálico mejorado es una lámina de funda de revestimiento de una cara que comprende una aleación metálica y un revestimiento de aleación metálica que se moldea por fusión hasta dar el núcleo de aleación metálica. Otro ejemplo de material metálico mejorado es una lámina que comprende un núcleo metálico con un primer revestimiento metálico moldeado por fusión en la primera cara del núcleo, y un segundo revestimiento moldeado por fusión en la segunda cara del núcleo. Otro ejemplo del material metálico mejorado es una lámina que comprende un núcleo de aleación metálica y un revestimiento de aleación metálica que se unen mediante rodillos al núcleo de aleación metálica. Otro ejemplo del material metálico mejorado es una lámina que comprende un núcleo metálico con un primer revestimiento metálico unido mediante rodillos a una primera cara del núcleo, y un segundo revestimiento unido mediante rodillos a la segunda cara del núcleo. Las realizaciones de los materiales metálicos mejorados descritos en la presente memoria se pueden denominar "aleaciones de lámina de funda de revestimiento".

- Los inventores descubrieron que, mediante la combinación de diferentes aleaciones metálicas en las aleaciones de lámina de funda de revestimiento, se pueden conseguir una o más de las siguientes ventajas: mayor facilidad de fabricación de los composites metálicos; menores costes de fabricación debido al uso de chatarra en la capa de núcleo, mayor resistencia a la corrosión e incorporación de un elevado contenido de metal de chatarra. Dos ventajas evidentes de la combinación de unión por Fusión/Rodillos son la resistencia a la corrosión (en virtud de la capacidad de usar aleaciones resistentes a la corrosión que normalmente serían aptas para unión mediante rodillos) y la incorporación de chatarra en la capa de núcleo que resulta posible en forma monolítica.

- También se describen en la presente memoria procesos de preparación de los materiales metálicos mejorados anteriores y las formas fabricadas a partir de estos materiales.

Resistencia a la corrosión

La resistencia a la corrosión de los materiales metálicos constituye un grave problema en el campo de la ciencia de materiales, en particular cuando los materiales se usan en entornos agresivos. Un ejemplo de un entorno agresivo es un entorno marino. Algunos metales, tales como aluminio, que son típicamente resistentes a la corrosión en condiciones normales, todavía son susceptibles de corrosión en el entorno marino. Aluminio se puede oxidar fácilmente, formando una película de óxido pasivo protector sobre la superficie metálica. La formación de una película de óxido estable sobre la superficie de aluminio generalmente proporciona excelente resistencia a la corrosión. La corrosión de aluminio puede tener lugar, no obstante, cuando la película de óxido se ve dañada o en determinadas condiciones electroquímicas, incluyendo la presencia de aniones cloruro, tales como en el agua de mar. La corrosión por picadura es una forma de corrosión altamente localizada que tiene lugar sobre la superficie metálica, que con frecuencia se inicia en puntos débiles de la película pasiva, tales como inclusiones intermetálicas o partículas. Una vez que se ha roto la película pasiva en los puntos locales, se crean pares de iones/electrones y la corrosión es susceptible de avanzar a través de semi-reacciones que tienen lugar en los puntos anódico y catódico. La resistencia a la picadura se puede evaluar por medio de métodos de ensayo electroquímicos, tales como experimentos de polarización lineal.

Algunas aleaciones de aluminio poseen una mayor resistencia a la picadura que otras aleaciones y, por tanto, son más resistentes a la corrosión cuando se usan en entornos agresivos, tales como el agua de mar. No obstante, dichas aleaciones resistentes a la corrosión pueden resultar costosas de producir, y también no necesariamente poseen propiedades físicas que permitan su explotación en determinadas aplicaciones o procesos tecnológicos. Por ejemplo, determinadas aleaciones de aluminio resistentes a la corrosión disponibles no se pueden procesar de forma sencilla mediante unión por rodillos.

Aleaciones de lámina de funda de revestimiento

La unión por rodillos es una técnica de fabricación rentable y altamente útil para la producción de determinados metales de composite, formas materiales y objetos. Los inventores descubrieron que era posible utilizar las ventajas de la unión por rodillos de un material de aluminio, lograr una resistencia a la corrosión más elevada que la permitida por las aleaciones que normalmente resultan apropiadas para la unión mediante rodillos. Este objetivo se puede lograr combinando las aleaciones apropiadas para la unión por rodillos con aleaciones resistentes a la corrosión en los mismos materiales. En un ejemplo particular, las láminas metálicas y otras formas relacionadas se pueden producir de manera que incorporen tanto aleaciones de aluminio apropiadas para la unión por rodillos como aleaciones altamente resistentes a la corrosión.

Las láminas y otras formas de materiales descritos en la presente memoria se pueden denominar "materiales de lámina de funda de revestimiento", "aleaciones de lámina de funda de revestimiento" y por medio de otros términos relacionados. Las aleaciones de lámina de funda de revestimiento o los materiales descritos en la presente memoria típicamente incorporan un núcleo de una aleación resistente a la corrosión y al menos una capa de revestimiento para facilitar la unión mediante rodillos (Figura 1). En una realización, la funda de revestimiento de las aleaciones de lámina de funda de revestimiento o los materiales descritos en la presente memoria se fabrican a partir de una aleación compatible con un proceso de unión mediante rodillos. Los materiales de lámina de funda de revestimiento descritos en la presente memoria pueden incluir un segundo revestimiento. En otras palabras, las aleaciones de lámina de funda de revestimiento pueden ser una funda de revestimiento sobre una o ambas caras. Dichas láminas se pueden preparar con técnicas convencionales de unión por rodillos o mediante moldeo por fusión de lingotes con un núcleo y una o más capas de funda de revestimiento, seguido de laminado en caliente y laminado en frío para dar lugar a láminas.

Núcleo

Algunas realizaciones de las aleaciones de lámina de funda de revestimiento descritas en la presente memoria contienen una aleación de aluminio de núcleo compatible con procesos convencionales de unión mediante rodillos. Además, las aleaciones de núcleo se pueden seleccionar para una o más de las siguientes características: aptitud de conformación; resistencia a la corrosión, tal como resistencia a la corrosión a largo plazo en agua de mar cálida y fría; equilibrio galvánico apropiado entre la aleación de núcleo y la aleación de revestimiento para garantizar la auto-protección de la aleación de lámina de revestimiento en los bordes expuestos al entorno corrosivo; compatibilidad con la re-fusión; y, procesos de laminado convencionales.

Las aleaciones de aluminio compatibles con unión mediante rodillos contienen diversos elementos como se muestra en la tabla siguiente.

Una consideración significativa del contenido de Mg es el límite superior más allá del cual la oxidación de Mg aumenta hasta un punto en el que no puede tener lugar una unión mediante rodillos eficaz y consistente. En condiciones atmosféricas ambientales normales, este límite probablemente es de aproximadamente 0,2 % de Mg; aunque se podría incorporar potencialmente 0,4 % de Mg si las reducciones de presión fueran suficientemente elevadas. Si se han de tomar medidas especiales (por ejemplo, unión mediante rodillos en atmósfera inerte), entonces podría resultar teóricamente posible la unión mediante rodillos usando aleaciones de funda de

## ES 2 807 201 T3

revestimiento de > 0,4 % de Mg. Generalmente, las aleaciones que contienen < 0,2 % de Mg son candidatas a la unión mediante rodillos.

Composición de ciertas aleaciones compatibles con la unión mediante rodillos (porcentaje en peso (% en peso))

Aleación	Composición Química, % en peso									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros	Al
AA1100	0,10-0,20	0,20-0,50	0,0-0,15	0,0-0,05	0,0-0,05	0,0-0,03	0-0,03	0,01-0,02	0,15	Equilibrio
AA3003	0,15-0,55	0,50-0,70	0,0-0,20	1,0-1,5	0,0-0,05	0,0-0,03	0,0-0,10	0,0-0,03	0,10	Equilibrio

- 5 Algunas otras realizaciones de las aleaciones de lámina de funda de revestimiento descritas en la presente memoria contienen una aleación de aluminio de núcleo con elevado contenido en metal de chatarra.

### Revestimiento

10 Las aleaciones de lámina de funda de revestimiento descritas en la presente memoria contienen un revestimiento sobre una o ambas caras de la lámina. Las aleaciones usadas para el revestimiento, o las "aleaciones de revestimiento" son aleaciones de aluminio. Algunas de las aleaciones de revestimiento están seleccionadas para resistencia a la corrosión. Por ejemplo, en algunas realizaciones, las aleaciones de revestimiento están seleccionadas con vistas a la elevada resistencia a la corrosión o facilidad de unión mediante rodillos o ambas. Por ejemplo, en algunas realizaciones, las aleaciones de revestimiento están seleccionadas con vistas a la elevada resistencia a la corrosión o facilidad de unión mediante rodillos o ambas. Por ejemplo, las aleaciones de revestimiento pueden estar seleccionadas para exhibir resistencia a la corrosión a largo plazo en agua de mar cálida y fría. Algunos otros factores usados para la selección de las aleaciones de revestimiento son uno o más de los siguientes: compatibilidad con la unión mediante rodillos; compatibilidad con moldeo por fusión; aptitud de conformación; resistencia a la corrosión, tal como resistencia a la corrosión a largo plazo en agua de mar cálida y fría; equilibrio galvánico apropiado entre la aleación de núcleo y la aleación de revestimiento para garantizar la auto-protección de la aleación de lámina de funda de revestimiento en los bordes expuestos a un entorno corrosivo, compatibilidad con la re-fusión; y procesos de laminado convencionales.

25 En la presente realización, las composiciones de funda de revestimiento deseables son compatibles con la unión mediante rodillos (es decir, muy bajo contenido de Mg), pero todavía poseen buena resistencia a la corrosión marina. En tal caso, se pueden usar composiciones de base de elevada pureza (minimizando Fe, Cu, Mn y otras impurezas de fondo comunes). Esto es porque estos elementos típicamente residen como constituyentes catódicos de segunda fase en la matriz de aleación. Como tales, tienden a favorecer la actividad micro-galvánica en el medio portador de cloruro y, consecuentemente, la ruptura de la película de pasivación y la corrosión por picadura. Por consiguiente, se podrían preferir aleaciones tales como AA1050, AA1060, AA1070 (o incluso AA1080 más pura). Para 3XXX, se pueden usar composiciones de base de elevada pureza tales como AA3003, AA3004 y AA3104.

### 30 Realizaciones de aleaciones de lámina de funda de revestimiento

#### *Lámina de funda de revestimiento de una cara*

35 Una realización a modo de ejemplo de la lámina de funda de revestimiento es una aleación de lámina de funda de revestimiento de una cara. Una aleación de lámina de funda de revestimiento de una cara incluye una funda de revestimiento de una aleación de aluminio seleccionada para compatibilidad con la unión mediante rodillos y un núcleo de una carga de una aleación de aluminio seleccionado sobre la base de resistencia máxima a la corrosión por picadura en un entorno agresivo, tal como un entorno marino. Es importante apreciar que las aleaciones de aluminio típicas apropiadas para entornos marinos debido a su elevada resistencia a la corrosión no se pueden unir mediante rodillos debido a la presencia de óxidos térmicos basados en Mg en dichas aleaciones. En una realización, el revestimiento se aplica mediante una tecnología de moldeo por fusión, seguido de laminado en caliente y laminado en frío para dar lugar a láminas. En otras realizaciones, se aplica una capa de funda de revestimiento a una capa de núcleo a través de técnicas convencionales de unión mediante rodillos.

45 Se unió mediante rodillos un panel de aluminio compuesto por una lámina de funda de revestimiento de una cara a una segunda lámina de funda de revestimiento de una cara, ambas caras mirando una hacia la otra, con el fin de producir un intercambiador de calor de placas gemelas de tubo integral. Se seleccionó una lámina de funda de revestimiento de una cara comprendida por una aleación de núcleo resistente a la corrosión y una aleación de funda de revestimiento con vistas a la facilidad de unión mediante rodillos (Figura 1). En el presente ejemplo, la aleación de núcleo fue una aleación AA5XXX y la aleación de funda de revestimiento fue una aleación AA3XXX. Muchas de la mayoría de aleaciones resistentes a la corrosión contienen concentraciones significativas de magnesio. Este

contenido de magnesio evita el uso de estas aleaciones y la unión mediante rodillos referente a la generación incontrolada de óxido de magnesio de la interfaz unida mediante rodillos. En la presente realización, se usó una lámina de funda de revestimiento de una cara como materia prima en el proceso de unión mediante rodillos. Esta configuración asimétrica permite el control de la unión metalúrgica en la superficie de encuentro por medio de la composición de la capa de funda de revestimiento. Esto permite eficazmente el uso de cualquier aleación de núcleo en un intercambiador de calor de placas gemelas. Los ejemplos no limitantes de los intercambiadores de calor, incluyendo las placas de intercambiador de calor, que se pueden preparar usando las aleaciones y las láminas de la presente invención se muestran en el documento WO 2013/025797, WO 2013/025802 y WO 2014/062653.

Se hacen pasar dos láminas de aluminio por separado de forma simultánea a través de un soporte de rodillos, normalmente a temperatura elevada (Figura 3). La temperatura de procesamiento apropiada para la unión mediante rodillos varía en función de la reducción total de presión y las aleaciones objeto de procesamiento, pero es probable que esté en algún punto dentro del intervalo de 150 a 500 °C. La superficie superior de la lámina inferior normalmente se somete a serigrafía con una tinta de interrupción de soldadura en función de un patrón deseado. Tras la unión mediante rodillos, se crea una unión metalúrgica permanente entre las dos láminas, creando eficazmente una lámina sencilla. No obstante, las regiones de la superficie de mateado que incorporan la tinta de interrupción de soldadura no forman una unión permanente. Estas regiones se pueden separar en la etapa de inflado posterior para crear canales de flujo integrales apropiados para un fluido de trabajo de intercambiador de calor.

En una realización, la presente invención proporciona un material que comprende un núcleo de aleación metálica resistente a la corrosión y un revestimiento de aleación metálica que se moldea por fusión hasta el núcleo de aleación metálica. El revestimiento de aleación metálica está seleccionado con vistas a la facilidad de unión mediante rodillos. En esta realización se unen mediante rodillos dos láminas de funda de revestimiento de una cara, una con respecto a la otra, para producir un intercambiador de calor de placas gemelas de tubo integral (Figura 1). Este proceso de unión produce una unión metalúrgica permanente entre regiones de la capa de funda de revestimiento de la primera lámina y la capa de funda de revestimiento de la segunda lámina.

En una realización, se emplean dos láminas de un material de funda de revestimiento de una cara y se unen mediante rodillos de forma conjunta. Se pueden usar aleaciones AA5XXX como capa de núcleo. Generalmente, se prefieren las aleaciones AA5XXX que se consideran "diluidas" o de "bajo contenido en magnesio". Estas aleaciones son relativamente inmunes a la corrosión intergranular y muestran buena resistencia a la corrosión. En una realización, se usa una aleación AA5005. En otra realización, se usa una aleación AA5052.

Se puede usar una aleación AA3XXX o AA1XXX para la capa de funda de revestimiento. Generalmente, se prefieren las aleaciones AA3XXX y AA1XXX que se consideran "diluidas" o de "bajo contenido en magnesio" con vistas a la facilidad de unión mediante rodillos. El % en peso de magnesio en estas aleaciones está generalmente dentro del intervalo de 0,01-0,05 % para aleaciones AA1XXX y 0,05-0,2 % en peso para aleaciones AA3XXX. En una realización, se usa una aleación AA3003 para la capa de funda de revestimiento. En otra realización, se usa una aleación AA1100 con vistas a la capa de funda de revestimiento. Siempre que el contenido de Mg sea < 0,2 % como máximo, si no la totalidad, se pueden considerar las aleaciones AA1XXX y AA3XXX con vistas al uso como capa de funda de revestimiento.

*Lámina de funda de revestimiento de dos caras*

Otra realización de las aleaciones de lámina de funda de revestimiento descritas es una aleación de lámina de funda de revestimiento de dos caras (Figura 2). En un ejemplo, la aleación de lámina de funda de revestimiento de dos caras comprende al menos una cara de revestimiento seleccionado por su compatibilidad con la resistencia a la corrosión. El revestimiento de la segunda cara puede ser de la misma aleación resistente a la corrosión (lámina simétrica) o de una aleación diferente (lámina asimétrica). El uso de diferentes combinaciones de núcleo y revestimiento permite la utilización de diversas propiedades de aleación y procesos de fabricación, con el fin de crear aleaciones de lámina de funda de revestimiento rentables con las propiedades deseadas. Un ejemplo de aleación de lámina de funda de revestimiento de dos caras es una aleación de lámina de funda de revestimiento de dos caras asimétrica que incorpora un núcleo con elevado contenido en metal de chatarra, un revestimiento de una cara de aleación de elevada resistencia a la corrosión apropiado para aplicaciones marinas, y un revestimiento de segunda cara de aleación compatible con unión mediante rodillos y moderadamente resistente a la corrosión. Esta aleación de lámina de dos caras asimétrica utiliza un elevado contenido de metal de chatarra y unión mediante rodillos, simplificando de este modo la fabricación y disminuyendo los costes de producción, al tiempo que proporciona un elevado grado de resistencia a la corrosión.

También se proporciona un material que comprende un núcleo metálico que comprende un elevado contenido de metal de chatarra y que tienen dos caras, un primer revestimiento metálico moldeado por fusión en una cara del núcleo, y un segundo revestimiento metálico moldeado por fusión en la otra cara del núcleo. El material puede estar en forma de lámina. Dos de estas láminas de funda de revestimiento posteriormente se unen mediante rodillos de forma conjunta para producir una unión metalúrgica permanente entre las regiones de la capa de funda de revestimiento de la primera lámina y la capa de funda de revestimiento de la segunda lámina.



## ES 2 807 201 T3

En la presente realización, se encapsula la aleación de núcleo de bajo coste, pero sensible a la corrosión con un revestimiento resistente a la corrosión de manera que se evite el contacto de la aleación de núcleo con cualquier fluido de trabajo (dentro de los conductores de flujo integrales) o el entorno externo (por ejemplo, agua de mar).

5 En la presente realización, se emplean aleaciones compatibles con la unión mediante rodillos. Se puede usar una aleación AA3XXX o AA1XXX para una o ambas capas de funda de revestimiento. En una realización, las capas de funda de revestimiento son AA3XXX. En otra realización, ambas capas de funda de revestimiento son AA1XXX. En otra realización, una capa de funda de revestimiento es AA1XXX y la otra capa de funda de revestimiento es AA3XXX. Aún en otra realización, una capa de funda de revestimiento es AA1XXX o AA3XXX y la otra capa de funda de revestimiento es AA5XXX.

10 Las capas de funda de revestimiento pueden rodear una capa de núcleo de bajo coste que puede contener un contenido relativamente elevado de metal de chatarra que contiene aluminio.

Aleación	Cu	Fe	Mg	Mn	Si	Ti	Zn	Cr
AA4045	0,062	0,376	0,320	0,811	1,614	0,010	0,062	0,012

15 En una realización, la aleación de núcleo es una aleación AA4045 como se ha mostrado con anterioridad. La definición de metal de chatarra hace referencia a que contiene una cantidad de elementos de Si, Fe, Cu y Z, de forma particular.

20 Se puede usar una aleación AA3XXX o AA1XXX para una o ambas capas de funda de revestimiento. Generalmente, se prefieren aleaciones AA3XXX y AA1XXX que se consideran "diluidas" o de "bajo contenido en magnesio" con vistas a la facilidad de unión mediante rodillos. Siempre que el contenido de Mg sea  $< 0,2\%$  la mayoría, si no la totalidad, de las aleaciones AA1XXX y AA3XXX se podría considerar para su uso como capa de funda de revestimiento. El porcentaje en peso (% en peso) de magnesio en estas aleaciones está generalmente dentro del intervalo de 0,01-0,05 para aleaciones AA1XXX y 0,05-0,2 para aleaciones AA3XXX. En una realización, se usa una aleación AA3003 para la capa de funda de revestimiento. En otra realización, se usa una aleación AA1100 para la capa de funda de revestimiento.

Procesos para la preparación de intercambiador de calor resistente a la corrosión

25 Se pueden fabricar aleaciones de lámina de funda de revestimiento descritas en la presente memoria por medio de procesos que incluyen al menos parte de las tecnologías descritas en la presente memoria.

30 Se hacen pasar dos láminas de Al por separado simultáneamente a través de un soporte de rodillos (normalmente a temperatura elevada) (Figura 3). Normalmente, la superficie superior de la lámina inferior se somete a serigrafía con una tinta de interrupción de soldadura, con un patrón deseado, antes del contacto de la superficie inferior de la lámina superior. Tras la unión mediante rodillos, se crea una unión metalúrgica permanente entre las dos láminas (creando de manera eficaz una lámina individual). No obstante, las regiones de la superficie de mateado que incorporan la tinta de interrupción de soldadura no forman una unión permanente. Estas regiones se pueden separar y posteriormente el espacio se puede inflar para crear canales de flujo integrales apropiados para el fluido de trabajo de un intercambiador de calor.

35 Los intervalos de temperatura de unión mediante rodillos son de aproximadamente  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  dependiendo de las aleaciones/presiones y reducciones totales que se usen, como se sabe por parte del experto común en la técnica. La altura de inflado máxima depende de los requisitos de diseño y las características de formación cálidas/calientes de la(s) aleación(es) sometidas a unión mediante rodillos; especialmente el estiramiento máximo de la banda de aleación.

40 Usos y aplicaciones

45 Se pueden usar las aleaciones de lámina de funda de revestimiento descritas en la presente memoria en una diversidad de aplicaciones. Una fabricación de aplicación a modo de ejemplo de modelos de intercambiador de calor con paneles de aluminio para plantas de producción de energía. Más generalmente, las aleaciones de lámina de funda de revestimiento con revestimiento de elevada resistencia a la corrosión son apropiadas para diversos usos en entornos marinos. Estas aleaciones de lámina de funda de revestimiento se pueden usar para extraer energía útil de residuos térmicos de relativamente baja calidad tales como el agua caliente que se encuentra en la parte superior de los océanos, o a partir de otros flujos de calor residual, por ejemplo, corrientes de descarga de plantas de producción de energía o corrientes de descarga asociadas a otros procesos industriales.

Propiedades y ventajas

50 Las aleaciones de lámina de funda de revestimiento descritas en la presente memoria pueden poseer diversas características y propiedades estructurales y funcionales. Estas características y propiedades se pueden usar con

5 fines descriptivos y distintivos, pero también se pueden emplear de manera ventajosa en diversos usos y aplicaciones de los revestimientos de combinación descritos en la presente memoria. Algunas, pero no todas, de las características y propiedades de las películas y revestimientos son de fabricación sencilla y de bajo coste, la cual se puede lograr, por ejemplo, mediante la utilización de una tecnología de unión mediante rodillos y/o metal de chatarra y excelente resistencia a la corrosión. La realización de las aleaciones de lámina de funda de revestimiento apropiadas para aplicaciones específicas puede poseer ciertas características específicas de la aplicación.

Un objetivo es un intercambiador de calor.

10 Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar de forma adicional la presente invención sin, al mismo tiempo, no obstante, constituir ninguna limitación de la misma. Durante los estudios descritos en los siguientes ejemplos, se siguieron los procedimientos convencionales, a menos que se afirme lo contrario. Algunos de los procedimientos se describen a continuación con fines ilustrativos.

**Ejemplo 1**

15 Se moldeó un lingote que comprendía un núcleo AA5005A y una funda de revestimiento AA3003 en un molde de 1900 mm de anchura. El lingote tuvo aproximadamente 12.000 kg con una funda de revestimiento de 10 % (% en peso). Se quitó la costra de la superficie del núcleo aproximadamente 12 mm. Se quitó la costra de la superficie del revestimiento aproximadamente 11 mm. Se dividió por el centro el lingote para mejorar la eficacia de producción. El lingote desprovisto de costra se operó a través de un molino inversor con un revestimiento 3003 en la superficie inferior de la línea caliente y sobre la superficie superior en la línea fría y de terminación. Se hicieron dos cortes de borde. Se operó el lingote frío a través de un molino inversor tras el recorte, y posteriormente en un molino de terminación. Se usó un rodillo de trabajo de desbastado con un desbaste particular para indicar la superficie de la funda de revestimiento de la lámina.

**Ejemplo 2**

25 Se unió mediante rodillos un panel de aluminio formado por una lámina de funda de revestimiento de una cara producida como en el Ejemplo 1, a una segunda lámina de funda de revestimiento de una cara producida como en el Ejemplo 1, mirando las dos caras de funda de revestimiento una a la otra, con el fin de producir un intercambiador de calor de placas gemelas de tubo integral. El contenido de magnesio evita el uso de estas aleaciones y la unión mediante rodillos con respecto a la generación incontrolada de óxido de magnesio de la interfaz sometida a unión mediante rodillos. En la presente realización, se usó una lámina de funda de revestimiento de una cara como materia prima en el proceso de unión mediante rodillos. Esta configuración asimétrica permite el control de la unión metalúrgica en la superficie de encuentro por medio de la composición de la capa de funda de revestimiento. Esto permite el uso eficaz de cualquier aleación de núcleo en un intercambiador de calor de placas gemelas.

30 Se hacen pasar dos láminas de aluminio por separado simultáneamente a través de un soporte de rodillos, normalmente a temperatura elevada (Figura 3). Normalmente, la superficie superior de la lámina inferior se somete a serigrafía con una tinta de interrupción de soldadura y un patrón deseado. Tras la unión mediante rodillos, se crea una unión metalúrgica permanente entre las dos láminas, creando de manera eficaz una lámina individual. No obstante, las regiones de la superficie de mateado que incorpora la tinta de interrupción de soldadura no forman una unión permanente. Estas regiones se pueden separar en la etapa de inflado posterior para crear un flujo integral apropiado para el fluido de trabajo de un intercambiador de calor.

**Ejemplo 3**

40 En el presente ejemplo, se une mediante rodillos un panel de aluminio formado por una lámina de funda de revestimiento de dos caras a otra lámina de funda de revestimiento de dos caras para producir un intercambiador de calor de placas gemelas de tubo integral. La superficie superior de la funda de revestimiento de la lámina inferior normalmente se somete a serigrafía con una tinta de interrupción de soldadura y un patrón de diseño. En la presente realización, la lámina de funda de revestimiento de dos caras está compuesta por una aleación de funda de revestimiento resistente a la corrosión y un núcleo de bajo coste y elevado contenido de chatarra. Se crea un canal de flujo integral para el fluido de trabajo entre la lámina superior y la inferior mediante la aplicación de presión a las áreas serigrafiadas con una tinta de interrupción de soldadura. Dependiendo de las aleaciones objeto de uso y las presiones totales, se puede lograr un inflado de los canales por medio de técnicas conocidas por el experto en la técnica, tales como aire comprimido, o fluido hidráulico (si se requieren presiones elevadas). Un corte transversal a través de la zona de unión entre las láminas de fusión superior e inferior usando unión mediante rodillos muestra una unión metálica permanente. De este modo, la aleación de núcleo sensible a la corrosión que contiene chatarra a bajo coste se encapsula con un revestimiento resistente a la corrosión de manera que se evite el contacto con cualquier fluido de trabajo (dentro de los canales de flujo integrales), o el entorno externo (por ejemplo, agua de mar).

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Un intercambiador de calor que comprende una lámina metálica de composite que comprende una primera capa de funda de revestimiento que comprende una aleación de aluminio AA1XXX o una aleación de aluminio AA3XXX en la que el contenido de Mg es < 0,2 % en peso y una capa de núcleo que comprende una aleación AA5005, AA5052 o AA4045, en el que la primera capa de funda de revestimiento es adyacente a una primera cara de la capa de núcleo.
- 10 2.- El intercambiador de calor de la reivindicación 1, que comprende una lámina metálica de composite, que además comprende una segunda capa de funda de revestimiento que comprende una aleación de aluminio AA1XXX o AA3XXX en la que el contenido de Mg es < 0,2 % en peso y la segunda capa de funda de revestimiento es adyacente a una segunda cara de la capa de núcleo.
- 3.- Un método de preparación del intercambiador de calor de la reivindicación 1 o 2, que comprende:
- 15 a. obtener una primera lámina metálica de composite que comprende una primera capa de funda de revestimiento que comprende una aleación de aluminio AA1XXX o AA3XXX en la que el contenido de Mg es < 0,2 % en peso y una capa de núcleo, en la que la primera capa de funda de revestimiento es adyacente a una primera cara de la capa de núcleo, y en la que la capa de núcleo comprende una aleación AA5005, AA5052 o AA4045;
- 20 b. obtener una segunda lámina metálica de composite que comprende una primera capa de funda de revestimiento que comprende una aleación de aluminio AA1XXX o AA3XXX en la que el contenido de Mg es < 0,2 % en peso y una capa de núcleo, en la que la primera capa de funda de revestimiento es adyacente a una primera cara de la capa de núcleo; y en la que la capa de núcleo comprende una aleación AA5005, AA5052 o AA4045;
- c. aplicar una tinta de interrupción de soldadura a regiones seleccionadas de la primera capa de funda de revestimiento de una primera lámina metálica de composite;
- 25 d. colocar la primera capa de funda de revestimiento de la primera lámina metálica de composite adyacente a la primera capa de funda de revestimiento de la segunda lámina metálica de composite, en la que las regiones seleccionadas están entre una primera lámina metálica de composite y una segunda lámina metálica de composite;
- e. unir mediante rodillos las dos láminas metálicas de composite; e,
- f. inflar las regiones seleccionadas para formar canales.

30

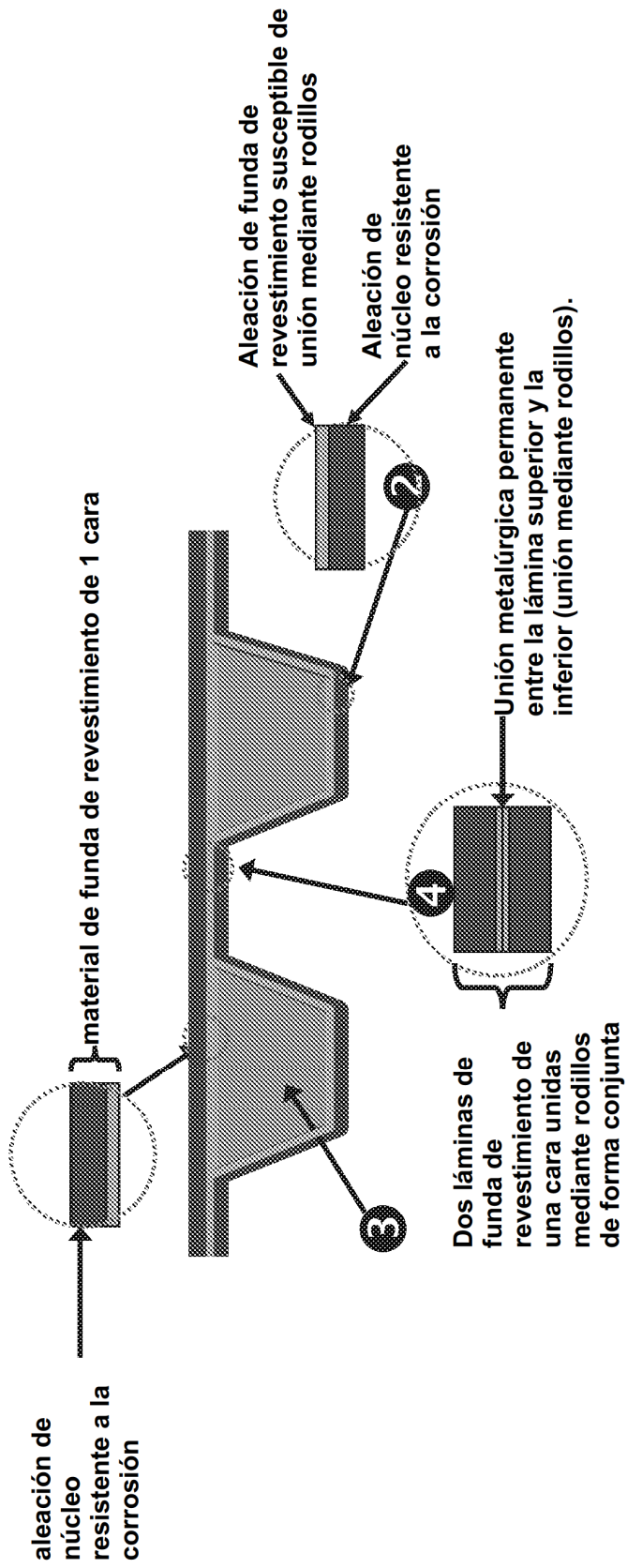


FIG. 1

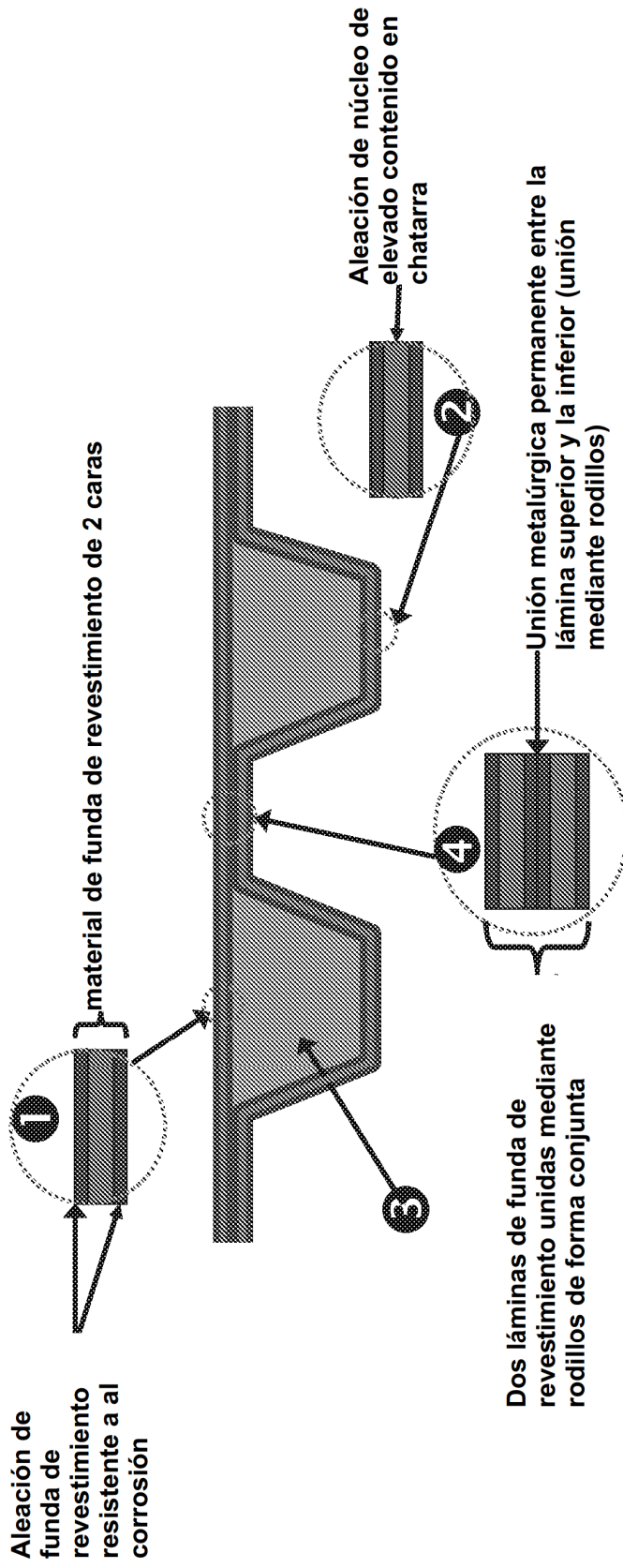


FIG. 2

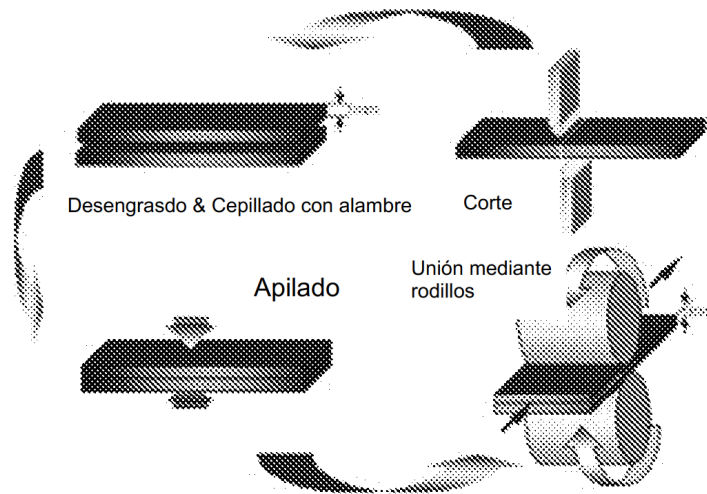
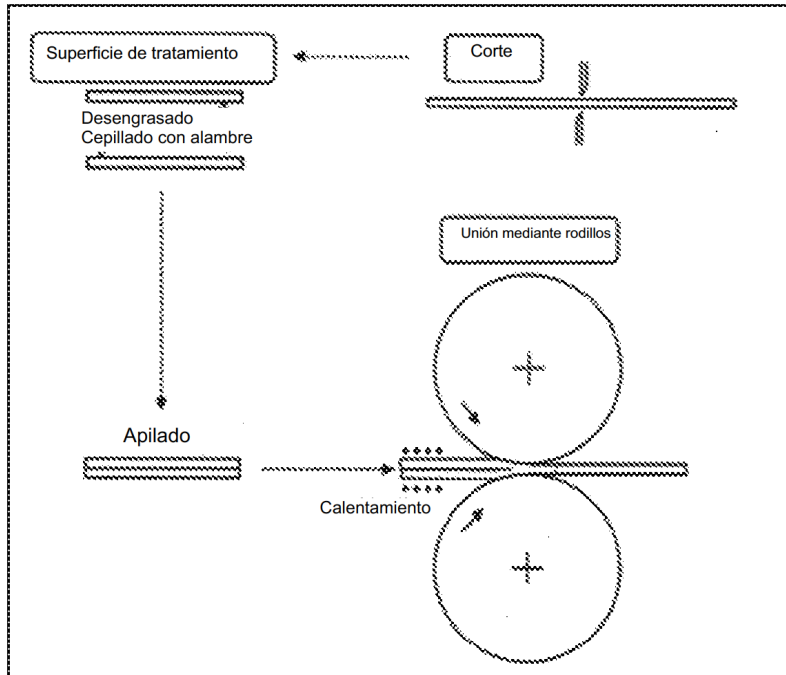


FIG. 3