

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 551**

51 Int. Cl.:

C23C 2/12 (2006.01)

C23C 2/28 (2006.01)

C23C 2/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2010 PCT/AU2010/000645**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.12.2010 WO10135779**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2010 E 10779926 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2435593**

54 Título: **Banda de acero recubierta con metal**

30 Prioridad:

28.05.2009 AU 2009902441

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

02.04.2018

73 Titular/es:

**BLUESCOPE STEEL LIMITED (100.0%)
Level 11 120 Collins Street
Melbourne, VIC 3000, AU**

72 Inventor/es:

**SMITH, ROSS MCDOWALL;
LIU, QIYANG y
WILLIAMS, JOE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 661 551 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

Banda de acero recubierta con metal

5 La presente invención se refiere a bandas, normalmente bandas de acero, que tienen recubrimientos de aleaciones de metales resistentes a la corrosión. La presente invención se refiere especialmente a un recubrimiento de aleaciones de metales resistentes a la corrosión que contiene aluminio-zinc-silicio-magnesio como los principales elementos en la aleación y por ello se denomina en lo sucesivo en la presente "aleación de Al-Zn-Si-Mg". El recubrimiento de la aleación puede contener otros elementos que están presentes como elementos aleadores o como impurezas inevitables.

10 La presente invención se refiere especialmente, pero no en exclusiva, a una banda de acero que está recubierta con la aleación de Al-Zn-Si-Mg descrita anteriormente. Una aplicación importante para estos recubrimientos es un recubrimiento delgado (es decir, 2-100 μm , normalmente 3-30 μm de grosor) sobre las superficies de una banda de acero para proporcionar protección contra la corrosión. Esta banda se puede formar en frío (por ejemplo, mediante laminación) para obtener un producto para uso final, tal como productos para techos.

15 La expresión "aleación de Al-Zn-Si-Mg", tal como se describe en la presente, se entiende que se refiere a una aleación que comprende un 20-95% de Al, hasta un 5% de Si, hasta un 10% de Mg y el resto Zn con otros elementos en cantidades pequeñas, normalmente menos de un 0.5% para cada uno de los demás elementos.

Los otros elementos pueden incluir uno o más cualesquiera de Fe, Mn, Ni, Sn, Sr, V, Ca y Sb. En el caso de Fe, normalmente la cantidad de Fe es de hasta un 1.5% y está presente como una impureza en situaciones en las que el recubrimiento se forma mediante un método de recubrimiento por inmersión en caliente convencional.

20 Cabe señalar que, a menos que se mencione específicamente lo contrario, todas las referencias a los porcentajes de los elementos en la memoria descriptiva son referencias a porcentajes en peso.

Normalmente, la aleación de Al-Zn-Si-Mg comprende como elementos principales los siguientes elementos en los intervalos mencionados:

Al: de un 40 a un 60% en peso.

25 Zn: de un 40 a un 60% en peso.

Si: de un 0.3 a un 3% en peso.

Mg: de un 0.3 a un 10% en peso.

Normalmente, el recubrimiento de la aleación de metales resistente a la corrosión se forma sobre la banda de acero mediante un método de recubrimiento por inmersión en caliente.

30 En el método de recubrimiento con metales por inmersión en caliente convencional, la banda de acero pasa generalmente a través de uno o más hornos de tratamiento térmico y posteriormente se introduce y pasa a través de un baño de la aleación de metales fundida que se guarda en un crisol de recubrimiento. El horno de tratamiento térmico que es adyacente al crisol de recubrimiento tiene una boca de salida que se prolonga en dirección descendente hasta una ubicación cercana a una superficie superior del baño.

35 La aleación de metales normalmente se mantiene fundida en el crisol de recubrimiento utilizando inductores térmicos. La banda normalmente abandona los hornos de tratamiento térmico mediante una sección final de salida en forma de una boca o manga de evacuación del horno elongada que se sumerge en el baño. Dentro del baño, la banda pasa alrededor de uno o más rollos sumergidos, se eleva fuera del baño y se recubre con la aleación de metales según pasa a través del baño.

40 Después de abandonar el baño de recubrimiento, la banda recubierta con la aleación de metales pasa a través de una estación de control del grosor del recubrimiento, tal como una estación de reducción con gas o de lámina gas, en la cual sus superficies recubiertas se someten a chorros de un gas de reducción para controlar el grosor del recubrimiento.

45 La banda recubierta con la aleación de metales pasa a continuación a través de una sección de enfriamiento y se somete a enfriamiento forzado.

La banda recubierta con la aleación de metales enfriada puede posteriormente acondicionarse de manera opcional pasando la banda recubierta sucesivamente a través de una sección con rodillos de pasada en frío con reducción del grosor (también denominada sección de templado por laminación en frío) y una sección de nivelación de la tensión. La banda condicionada se enrolla en una estación de enrollado.

Dependiendo de la aplicación de uso final, la banda recubierta con metales se puede pintar, por ejemplo, con una pintura polimérica, en una o ambas superficies de la banda.

5 Una composición de recubrimiento con metales resistente a la corrosión que se utiliza ampliamente en Australia y en otras partes para los productos de construcción, especialmente láminas para techos y paredes con formas, es una composición de recubrimiento con un 55% de Al-Zn que también comprende Si. Las láminas con formas se producen normalmente mediante conformado en frío de bandas recubiertas con una aleación de metales pintadas. Normalmente, las láminas con formas se producen laminando la banda pintada.

10 Después de la solidificación, un recubrimiento con una aleación con un 55% de Al-Zn está constituido esencialmente por dendritas de Al-alfa y una fase de Zn-beta en las regiones interdendríticas. Se añade silicio a la composición de la aleación de recubrimiento para prevenir una aleación excesiva entre el sustrato de acero y el recubrimiento fundido en el método de recubrimiento por inmersión en caliente. Una porción del silicio participa en una formación de una capa de aleación cuaternaria pero la mayor parte del silicio precipita como partículas de silicio puro con forma de aguja durante la solidificación. Estas partículas de silicio con forma de aguja también están presentes en las regiones interdendríticas.

15 El solicitante ha observado que cuando se incluye Mg en una composición de recubrimiento con un 55% de Al-Zn-Si, el Mg aporta ciertos efectos beneficiosos al comportamiento del producto tal como una mejora de la protección de los bordes cortados, cambiando la naturaleza de los productos de corrosión formados.

20 Sin embargo, el solicitante también ha observado que el Mg reacciona con el Si para formar una fase de Mg_2Si y que la formación de la fase de Mg_2Si compromete de muchas maneras los efectos beneficiosos mencionados anteriormente del Mg. En particular, la fase de Mg_2Si es más voluminosa que el Si, es quebradiza y tiene una morfología de "escritura china" con bordes afilados. Todos estos factores son potencialmente dañinos para la ductilidad del recubrimiento o es probable que promuevan el agrietamiento del recubrimiento en la fabricación con tensión elevada. El solicitante ha descubierto que un agrietamiento mayor es algo no deseable para los productos prepintados, especialmente cuando se utilizan en ambientes con "lluvia ácida" o "contaminados", ya que contrarresta el efecto beneficioso que aporta el Mg al comportamiento frente a la corrosión de la banda recubierta bajo una película de pintura. Así pues, la adición de Mg a una composición de recubrimiento con un 55% de Al-Zn-Si tiene desventajas en lo que se refiere a la ductilidad y a cómo esta pueda afectar al comportamiento frente a la corrosión.

La descripción anterior no se debe interpretar como una admisión del conocimiento común general en Australia o en otra parte.

30 El documento WO 2007/134400, sobre el cual se basa la porción precharacterizante de la reivindicación 1, divulga un método para formar una banda recubierta de metal, tal como una banda de acero, que comprende:

(a) pasar la banda a través de un baño de recubrimiento por inmersión en caliente que contiene Al, Zn, Si y Mg, y opcionalmente otros elementos, y formar un recubrimiento de una aleación de Al-Zn-Si-Mg fundida sobre la banda,

35 (b) enfriar la banda recubierta para solidificar la aleación de Al-Zn-Si-Mg fundida sobre la banda y formar un recubrimiento solidificado que tiene una microestructura que comprende dendritas de fase Al-alfa, fases ricas en Zn en regiones interdendríticas, y partículas de una fase de Mg_2Si en las regiones interdendríticas; y (c) tratar térmicamente la banda recubierta; y

(d) enfriar la banda tratada térmicamente.

40 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, hay un método de formación de una banda recubierta con metales, tal como una banda de acero, de acuerdo con la reivindicación 1.

La etapa de tratamiento térmico (c) puede estar a una temperatura de al menos 350 °C.

La etapa de tratamiento térmico (c) puede estar a una temperatura de al menos 450 °C.

La etapa de tratamiento térmico (c) puede prolongarse durante al menos 15 minutos.

45 La etapa de tratamiento térmico (c) puede prolongarse 15-30 minutos.

La etapa de enfriamiento (b) puede comprender enfriar la banda a una velocidad que es lo suficientemente elevada para al menos fragmentar parcialmente las partículas de la fase de Mg_2Si para formar partículas finas o formar partículas finas de la fase de Mg_2Si en primer lugar en el recubrimiento solidificado.

La etapa de enfriamiento (b) puede comprender enfriar la banda a una velocidad al menos 150 °C/s.

La velocidad de enfriamiento puede ser de al menos 200 °C/s.

La velocidad de enfriamiento puede ser de al menos 400 °C/s.

La velocidad de enfriamiento puede ser de al menos 600 °C/s.

La etapa de enfriamiento (b) puede comprender enfriar la banda con una niebla de agua o un gas refrigerado.

- 5 La etapa de enfriamiento (d) puede comprender enfriar la banda tratada térmicamente a una velocidad que minimice el crecimiento de las partículas de la fase de Mg₂Si y al menos retenga sustancialmente las partículas de la fase de Mg₂Si más globulares que se forman en la etapa de tratamiento térmico (c).

La etapa de recubrimiento (a) puede comprender proporcionar el baño de recubrimiento por inmersión en caliente con un elemento o un compuesto que puede actuar como sitios de nucleación para las partículas de Mg₂Si.

- 10 El otro elemento puede ser antimonio.

El método puede comprender formar un recubrimiento de una pintura sobre la banda recubierta.

El otro elemento puede ser antimonio.

Las partículas de Mg₂Si pueden tener una forma más globular y una morfología que se asemeje menos a la "escritura china" con bordes afilados.

- 15 La presente invención proporciona además una banda de acuerdo con la reivindicación 6.

El recubrimiento puede tener un grosor de 5-30 micrómetros sobre al menos una cara de la banda.

La microestructura del recubrimiento producido mediante la presente invención es conveniente en lo que se refiere a una mejora de la ductilidad del recubrimiento y un aumento de la resistencia a la corrosión.

Mejora de la ductilidad del recubrimiento.

- 20 Las partículas de Mg₂Si finas, más globulares que la morfología de "escritura china" con bordes afilados descrita anteriormente reducen la concentración de esfuerzos en la fabricación con tensión elevada y, por lo tanto, reducen la posibilidad de inicio y propagación de grietas.

- Aumento de la resistencia a la corrosión del recubrimiento.

- 25 La modificación de la fase de Mg₂Si para que esté formada por partículas finas, más globulares que la morfología de "escritura china" con bordes afilados descrita anteriormente reduce la posibilidad de agrietamiento del recubrimiento. Una mayor dispersión de las partículas de la fase de Mg₂Si en el recubrimiento también es beneficiosa en lo que se refiere a la estimulación del "bloqueo" y "activación" uniformes de los canales de corrosión. En consecuencia, se produce un aumento de la resistencia a la corrosión del recubrimiento.

- 30 La presente invención se describe adicionalmente a modo de ejemplo haciendo referencia a la Figura adjunta que es un dibujo esquemático de una realización de una línea de producción continua para producir una banda de acero recubierta con una aleación de Al-Zn-Si-Mg de acuerdo con el método de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura, en uso, las bobinas de una banda de acero laminada en frío se desenrollan en una estación de desenrollado (no se muestra) y se sueldan longitudes desenrolladas sucesivas de una banda en los extremos mediante un soldador (no se muestra) y se forma una longitud continua de la banda 3.

- 35 A continuación, la banda 3 se pasa sucesivamente a través de un acumulador (no se muestra), una sección de limpieza de la banda (no se muestra) y un ensamblaje de hornos 4. El ensamblaje de hornos 4 incluye un precalentador, un horno de reducción del precalentamiento y un horno de reducción.

- 40 La banda se trata térmicamente en el ensamblaje de hornos 4 mediante el control cuidadoso de variables del proceso incluidos: (i) el perfil de temperatura de los hornos, (ii) la concentración de gas de reducción en los hornos, (iii) el caudal del gas a través de los hornos y (iv) el tiempo de permanencia de la banda en los hornos (es decir, la velocidad de la línea).

Las variables del proceso en el ensamblaje de hornos 4 se controlan de manera que se eliminen los residuos de óxido de hierro de la superficie de la banda y se eliminen los aceites residuales y partículas finas de hierro de la superficie de la banda.

- 45 La banda tratada térmicamente se pasa a continuación mediante una boca de salida en dirección descendente para que se introduzca y atravesase un baño fundido que contiene una aleación de Al-Zn-Si-Mg guardado en un crisol de

5 recubrimiento 5 y se recubre con la aleación de Al-Zn-Si-Mg. El baño puede contener uno o más elementos o compuestos que promueven la formación de fases de compuestos intermetálicos que actúan como los sitios de nucleación para las partículas de Mg_2Si con el resultado de que se forman partículas pequeñas de Mg_2Si al solidificar el recubrimiento. Preferentemente, la aleación de Al-Zn-Si-Mg se mantiene fundida en el crisol de recubrimiento utilizando inductores térmicos (no se muestran). Dentro del baño la banda pasa alrededor de un rollo sumergido y se eleva fuera del baño. Ambas superficies de la banda se recubren con la aleación de aluminio-zinc-silicio según esta pasa a través del baño.

10 Después de abandonar el baño de recubrimiento 5, la banda pasa verticalmente a través de una estación de reducción con gas 6 en la cual las superficies recubiertas se someten a chorros de gas de reducción para controlar el grosor del recubrimiento.

15 La banda recubierta se pasa a continuación a través de una sección de enfriamiento 7 y se somete a enfriamiento forzado. Preferentemente, la banda se enfría con una velocidad que es lo suficientemente elevada para al menos fragmentar parcialmente las partículas de la fase de Mg_2Si para formar partículas finas o formar partículas finas de la fase de Mg_2Si en primer lugar en el recubrimiento solidificado. Normalmente, esto supondrá enfriar la banda a una velocidad de al menos 300 °C/s.

La banda enfriada y recubierta se pasa a continuación a través de una sección de laminado 8 que acondiciona la superficie de la banda recubierta.

20 Finalmente, la banda acondicionada se pasa a través de un horno de tratamiento térmico 9 y se trata térmicamente en el horno. Específicamente, la banda se trata térmicamente a una temperatura en el intervalo de 320-500 °C durante 15-30 minutos para facilitar la globularización de las partículas de la fase de Mg_2Si en el recubrimiento. La banda tratada térmicamente se enfría a continuación, normalmente se enfría con agua, para mantener el tamaño y la forma de las partículas de la fase de Mg_2Si tan similares como sea posible al que tenían al final de la etapa de tratamiento térmico.

REIVINDICACIONES

1. Un método para formar una banda recubierta de metal, tal como una banda de acero, que comprende:

5 (a) pasar la banda a través de un baño de recubrimiento por inmersión en caliente que contiene Al, Zn, Si y Mg, y opcionalmente otros elementos, y formar un recubrimiento de una aleación de Al-Zn-Si-Mg fundida de 3-30 μm de grosor sobre la banda, comprendiendo la composición del baño de recubrimiento un 20-95% de Al, hasta un 5% de Si, hasta un 10% de Mg y el resto Zn con otros elementos en cantidades pequeñas, normalmente menos de un 0.5% para cada uno de los demás elementos,

10 (b) enfriar la banda recubierta para solidificar la aleación de Al-Zn-Si-Mg fundida sobre la banda y formar un recubrimiento solidificado que tiene una microestructura que comprende dendritas de fase Al-alfa, fases ricas en Zn en regiones interdendríticas, y partículas de una fase de Mg_2Si en las regiones interdendríticas; y

(c) tratar térmicamente la banda recubierta; y

(e) enfriar la banda tratada térmicamente.

15 **caracterizado por que** la etapa de tratamiento térmico (c) está a una temperatura de al menos 300 °C y de menos de 600 °C durante menos de 30 minutos y forma (i) una solución sólida de una fase de Al-Zn a partir de la microestructura bien enfriada de dendritas de fase Al-alfa y las fases ricas en Zn en regiones interdendríticas y (ii) partículas de una fase de Mg_2Si con forma globular dispersadas en la solución sólida de fase de Al-Zn, y además **caracterizado por que** las partículas de la fase de Mg_2Si con forma globular tienen un tamaño de partícula $\leq 2 \mu\text{m}$, y además **caracterizado por que** la etapa de enfriamiento (d) se enfría con agua y a una velocidad de al menos 150 °C/s para mantener el tamaño y la forma de las partículas de la fase de Mg_2Si con forma globular.

20 2. Un método definido en la reivindicación 1 donde la etapa de tratamiento térmico (c) se prolonga durante al menos 15 minutos.

25 3. Un método definido en la reivindicación 1 o reivindicación 2 donde la etapa de enfriamiento (b) comprende enfriar la banda a una velocidad de al menos 300 °C/s para al menos fragmentar parcialmente las partículas de la fase de Mg_2Si para formar partículas finas o formar partículas finas de la fase de Mg_2Si en primer lugar en el recubrimiento solidificado.

4. Un método definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la etapa de enfriamiento (b) comprende enfriar la banda a una velocidad de al menos 600 °C/s.

30 5. Un método definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la etapa de recubrimiento (a) comprende proporcionar el baño de recubrimiento por inmersión en caliente con antimonio que actúa como sitios de nucleación para las partículas de Mg_2Si .

35 6. Una banda, tal como una banda de acero, que tiene un recubrimiento de 3-30 μm de una aleación de Al-Zn-Si-Mg con una composición que comprende un 20-95% de Al, hasta un 5% de Si, hasta un 10% de Mg y el resto Zn con otros elementos en cantidades pequeñas, normalmente menos de un 0.5% para cada uno de los otros elementos, donde dicho recubrimiento se aplica sobre la banda y se produce mediante el método definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores y tiene una microestructura que comprende una solución sólida de una fase de Al-Zn y una dispersión de partículas de la fase de Mg_2Si en el recubrimiento, donde las partículas de Mg_2Si tienen:

(a) un tamaño de partícula $\leq 2 \mu\text{m}$, y

(b) una forma globular.

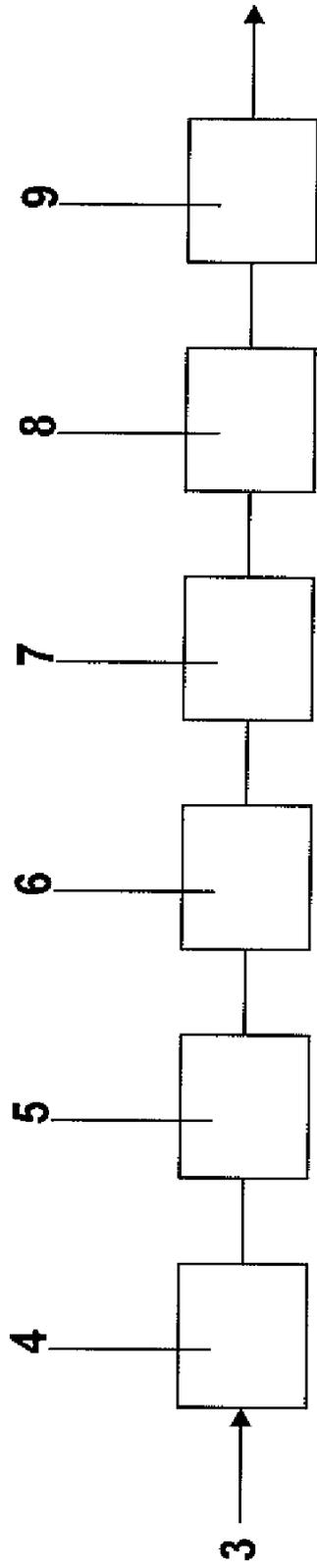


FIGURA 1