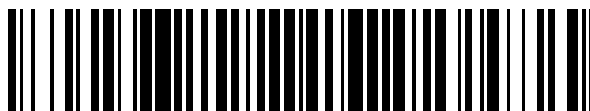


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 155**

51 Int. Cl.:

**C23C 2/12** (2006.01)

**C23C 30/00** (2006.01)

**C22C 21/10** (2006.01)

**C23C 2/06** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.01.2011** **PCT/AU2011/000010**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2011** **WO11082450**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.01.2011** **E 11731624 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019** **EP 2521801**

54 Título: **Banda de acero revestida de metal**

30 Prioridad:

**06.01.2010 AU 2010900043**

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

**07.04.2020**

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;**  
**WILLIAMS, JOE;**  
**NEUFELD, AARON KIFFER y**  
**GRIFFITHS, SCOTT ROBIN**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio**

ES 2 753 155 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 revestida de metal

5 La presente invención se refiere a una banda, de manera típica banda de acero, que tiene un revestimiento de aleación de metal resistente a la corrosión de una aleación que contiene aluminio, zinc y silicio y se denomina de aquí en adelante una "aleación de Al-Zn-Si" sobre esta base. El Documento JPH 06116748 y la Patente US 2003/003321 divulgan bandas de acero revestidas con aleaciones a base de Al que tienen una buena resistencia a la corrosión.

10 La presente invención se refiere en particular, pero no de manera exclusiva, a un revestimiento de aleación de acero resistente a la corrosión que contiene aluminio, zinc, silicio y magnesio como los elementos principales en el revestimiento de aleación y se denomina de aquí en adelante una "aleación de Al-Zn-Si-Mg" sobre esta base. La aleación de revestimiento de la invención de la reivindicación 1 también contiene V. El revestimiento de aleación puede contener otros elementos que están presentes como adiciones de aleación deliberada o como impurezas inevitables.

15 La presente invención se refiere a una banda de acero que está revestida con la aleación de Al-Zn-Si-Mg descrita con anterioridad y puede ser conformada en frío (por ej., por medio de formación de perfiles por rodillos) en un producto de uso final, tales como productos para techos.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una banda de acero de acuerdo con lo definido en la reivindicación 1.

20 Dependiendo de la aplicación de uso final, la banda revestida de metal se puede pintar, por ejemplo con una pintura polimérica, en una o ambas superficies de la banda. A este respecto, la banda revestida de metal puede ser comercializada como un producto final en sí o puede tener un revestimiento de pintura aplicada a una o ambas superficies y ser comercializada como un producto final de pintado.

25 La presente invención se refiere a una banda de acero que está revestida con la aleación de Al-Zn-Si-Mg descrita con anterioridad y de manera opcional está revestida con una pintura y a partir de entonces se conforma en frío (por ej., por medio de formación de perfiles por rodillos) en un producto de uso final, tales como productos para la construcción (por ej., capas perfiladas para paredes y techos).

La presente invención además proporciona un producto de uso final conformado en frío de acuerdo con lo definido en la reivindicación 6.

30 De manera típica, el revestimiento de aleación de metal resistente a la corrosión está formado sobre la banda de acero por medio de un procedimiento de revestimiento por inmersión en caliente.

En el procedimiento de revestimiento de metal por inmersión en caliente convencional, la banda de acero por lo general pasa a través de uno o más hornos de tratamiento térmico y, posteriormente, en y a través de un baño de aleación de metal fundido mantenido en un crisol de revestimiento.

35 La aleación de metal por lo general se mantiene fundida en el crisol de revestimiento por el uso de inductores de calefacción. La banda por lo general sale de los hornos de tratamiento térmico a través de una sección de extremo de salida en la forma de una rampa de salida del horno alargado o el conducto de bajada que se sumerge en el baño. Dentro del baño la banda pasa alrededor de uno o más rodillos de inmersión y se toma hacia arriba fuera del baño y se reviste con la aleación de metal a medida que pasa a través del baño.

40 Después de dejar el baño de revestimiento la banda revestida con aleación de metal pasa a través de una estación de control de espesor de revestimiento, tal como una estación de cuchilla de gas o de barrido de gas, en la que sus superficies revestidas se someten a chorros de barrido de gas para controlar el espesor del revestimiento.

La banda revestida con aleación de metal pasa a través de una sección de enfriamiento y se somete a enfriamiento forzado.

45 La banda revestida con aleación de metal enfriada a partir de entonces de manera opcional se puede condicionar por medio del paso de la banda revestida sucesivamente a través de una sección de laminado de paso de piel (también conocido como una sección de laminado en temple) y una sección de nivelación de tensión. La banda acondicionada se bobina en una estación de bobinado.

El aluminio y el zinc se proporcionan en un revestimiento de aleación de Al-Zn-Si en una banda de acero para la resistencia a la corrosión.

50 El aluminio, zinc y magnesio se proporcionan en un revestimiento de aleación de Al-Zn-Si en una banda de acero para resistencia a la corrosión.

El silicio se proporciona en ambos tipos de aleación para evitar la aleación excesiva entre una banda de acero y el

revestimiento fundido en el procedimiento de revestimiento por medio de inmersión en caliente. Una porción del silicio participa en una formación de capa de aleación cuaternaria pero la mayor parte del silicio se precipita como partículas de silicio puro en forma de aguja durante la solidificación. Estas partículas de silicio en forma de aguja también están presentes en las regiones interdendríticas del revestimiento.

5 Una composición de revestimiento de metal resistente a la corrosión que se ha utilizado ampliamente en Australia y en otras partes para productos de construcción, en particular capas perfiladas para paredes y techos, por un número considerable de años es una composición de aleación de Al-Zn-Si que comprende 55% de Al. Las capas perfiladas se fabrican normalmente por medio de conformación en frío pintada, banda revestida con aleación de metal. De manera típica, las capas perfiladas se fabrican por medio del laminado de la banda pintada.

10 La adición de Mg a esta composición conocida de composición de revestimiento de 55% de Al-Zn-Si se ha propuesto en la literatura de patentes durante un número de años, véase, por ejemplo, la Patente de los Estados Unidos 6.635.359 a nombre de Nippon Steel Corporation. Sin embargo, los revestimientos de aleación de Al-Zn-Si-Mg en banda de acero no están disponibles comercialmente en Australia.

15 La descripción anterior no se debe tomar como una admisión del conocimiento general común en Australia o en otro lugar.

El solicitante ha encontrado que el magnesio y el vanadio mejoran aspectos específicos de comportamiento de la corrosión de la banda de acero revestida con aleación metálica de 55% de Al-Zn-Si.

20 En particular, el solicitante ha encontrado que cuando Mg está incluido en una composición de revestimiento de 55% de Al-Zn-Si, produce ciertos efectos beneficiosos sobre el rendimiento del producto, tales como una mejor protección de corte de borde, por medio del cambio de la naturaleza de productos de corrosión formados en ambos entornos marinos y de lluvia ácida. Esta mejora en la resistencia a la corrosión ha sido demostrada por el trabajo de investigación llevado a cabo por el solicitante, que incluyen las pruebas de corrosión acelerada completa y las pruebas de exposición al aire libre llevadas a cabo por el solicitante. Para las adiciones de magnesio, la mejora en el nivel de corte de borde para el acero con revestimiento metálico con un revestimiento de pintura es más pronunciada que la mejora en la corrosión de la superficie desnuda del revestimiento metálico en ambientes marinos.

25 También el solicitante ha encontrado que cuando V está incluido en composiciones de revestimiento de aleación de Al-Zn-Si, el V produce ciertos efectos beneficiosos sobre el rendimiento del producto. El solicitante ha encontrado que el nivel de pérdida de superficies de la banda de acero con revestimiento metálico de masa desnuda (sin pintar) probadas en la exposición al aire libre se reduce en un promedio de 33% para una variedad de entornos. A diferencia del magnesio, la mejora en la pérdida de revestimiento desde las superficies desnudas (sin pintar) que es mucho mayor que las mejoras en el nivel de corte de bordes para una banda de acero con revestimiento metálico con un revestimiento de pintura.

30 La presente invención es una banda de acero que tiene un revestimiento de una aleación de Al-Zn-Si que contiene 1,0 a 10% en peso de Mg y 0,01 a 0,2% en peso de V con el fin de tomar ventaja de los aspectos complementarios mencionados con anterioridad del comportamiento ante la corrosión del revestimiento.

Más en particular, la adición del Mg y el V mejora tanto la pérdida de masa desnuda de la banda y el corte de bordes de la banda revestida metálica pintada a un nivel que es mayor que lo que se podría obtener por medio de grandes adiciones separadas de cada elemento respectivo solo.

La aleación de revestimiento se define por la composición de la reivindicación 1.

40 La aleación de revestimiento es una aleación de Al-Zn-Si-Mg que comprende los siguientes intervalos en % en peso de los elementos Al, Zn, Si y Mg:

|        |                |
|--------|----------------|
| Al:    | de 45 a 60%    |
| Zn:    | de 35 a 50%    |
| Si:    | de 1,2 a 2,5%  |
| 45 Mg: | de 1,0 a 3,0%. |

La aleación de revestimiento de manera adicional contiene 0,01 a 0,2% en peso de V.

La aleación de revestimiento puede contener menos de 0,15% en peso de V.

La aleación de revestimiento puede contener menos de 0,1% en peso de V.

La aleación de revestimiento puede contener por lo menos 0,01% en peso de V.

50 La aleación de revestimiento puede contener por lo menos 0,03% en peso de V.

La aleación de revestimiento puede contener otros elementos que están presentes como impurezas inevitables y/o como adiciones de aleación deliberada.

A modo de ejemplo, la aleación de revestimiento puede contener uno cualquiera o más de Fe, Cr, Mn, Sr y Ca.

El revestimiento puede ser una capa única en lugar de múltiples capas.

- 5 El revestimiento puede ser un revestimiento que no incluye una fase de no equilibrio.

El revestimiento puede ser un revestimiento que no incluye una fase amorfa.

La banda de metal revestida puede tener un revestimiento de pintura sobre una superficie exterior del revestimiento de aleación.

- 10 La presente invención también es un producto de uso final conformado (por ej., laminado) en frío (por ej., capa perfilada para paredes y techos) que comprende la banda de acero que está revestida con la aleación de revestimiento descrita con anterioridad y de manera opcional está revestida con una pintura.

La presente invención se describe de manera adicional a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

- 15 La Figura 1 es un dibujo esquemático de una forma de realización de una línea de producción continua para la producción de bandas de acero revestidas con una aleación de Al-Zn-Si-Mg de acuerdo con el procedimiento de la presente invención; y

La Figura 2 es un gráfico de Tafel anódico que muestra una comparación de las aleaciones de revestimiento, que incluyen una forma de realización de un revestimiento de aleación de acuerdo con la presente invención.

- 20 Con referencia a la Figura 1, en uso, las bobinas de bandas de acero laminadas en frío se desenrollaron en una estación de desbobinado 1 y longitudes desbobinadas sucesivas de la banda son soldadas de extremo a extremo por un soldador 2 y forman una longitud continua de banda.

La banda se hace pasar de manera sucesiva a través de un acumulador 3, una sección de limpieza de bandas 4 y un montaje de horno 5. El montaje de horno 5 incluye un precalentador, un horno reductor de precalentamiento, y un horno de reducción.

- 25 La banda se trata con calor en el montaje de horno 5 por medio del control cuidadoso de las variables del proceso que incluye: (i) el perfil de temperatura en los hornos, (ii) la concentración de gas reductor en los hornos, (iii) el caudal de gas a través de los hornos, y (iv) el tiempo de residencia de las bandas en los hornos (es decir, las velocidad de la línea).

- 30 Las variables del proceso en el montaje de horno 5 se controlan de manera tal que no hay eliminación de residuos de óxido de hierro de la superficie de la banda y la eliminación de aceites residuales y finos de hierro de la superficie de la banda.

- 35 La banda tratada térmicamente se hace pasar entonces a través de un conducto de bajada de salida hacia abajo dentro y a través de un baño fundido que contiene una aleación de Al-Zn-Si-Mg mantenida en un crisol de revestimiento 6 y se reviste con una aleación de Al-Zn-Si-Mg. La aleación de Al-Zn-Si-Mg se mantiene fundida en el crisol de revestimiento por el uso de inductores de calentamiento (no se muestran). Dentro del baño la banda pasa alrededor de un rodillo de inmersión y se toma hacia arriba fuera del baño. Ambas superficies de la banda se revisten con la aleación de Al-Zn-Si-Mg a medida que pasa a través del baño.

- 40 Después de dejar el baño de revestimiento 6 la banda pasa de manera vertical a través de una estación de limpieza de gas (no se muestra) en la que sus superficies revestidas se someten a chorros de barrido de gas para controlar el espesor del revestimiento.

La banda revestida se hace pasar luego a través de una sección de enfriamiento 7 y se somete a enfriamiento forzado.

La banda revestida enfriada se hace pasar a continuación a través de una sección de laminado 8 que acondiciona la superficie de la banda revestida.

- 45 La banda revestida a partir de ese entonces se bobina en una estación de bobinado 10.

De acuerdo con lo indicado con anterioridad, la presente invención se basa en el trabajo de investigación llevado a cabo por el solicitante en el revestimiento conocido de aleación de 55% de Al-Zn-Si en la banda de acero, que encontraron que el magnesio y vanadio mejoran los aspectos específicos de comportamiento de la corrosión de la banda de acero revestida.

- 50 El trabajo de investigación incluyó pruebas de corrosión acelerada y pruebas de exposición al aire libre en ambientes

ácidos y marinos durante períodos de tiempo prolongados.

5 El gráfico de Tafel anódico en la Figura 2 ilustra los resultados de una parte del trabajo de investigación. El gráfico muestra el logaritmo de la densidad de corriente ("J" en A/cm<sup>2</sup>) contra el potencial de electrodo (en voltios) para 3 composiciones de aleación. El gráfico muestra los resultados del trabajo de investigación sobre revestimientos de (a) la aleación conocida de 55% de Al-Zn-Si ("AZ"), (b) una aleación de Al-Mg-Zn-Si que contiene Ca ("AM(Ca)") y (c) una aleación de Al-Zn-Si-Zn que contiene V de acuerdo con una forma de realización de la presente invención ("AM(V)").

El gráfico de la Figura 2 compara el comportamiento ante la corrosión de los revestimientos de aleación (a), (b) y (c). El gráfico y otros resultados obtenidos por el solicitante indican que:

- 10 (a) el revestimiento de aleación AM(V) de la presente invención tenía una menor corriente de corrosión en un potencial de corrosión que los otros revestimientos de aleación (mejora de 1,5 a 2 veces de AM(V) con respecto a AM(Ca));
- (b) el revestimiento de aleación AM(V) de la presente invención tenía un potencial de corrosión más noble en comparación con AM(Ca) (+0,03 de V y +0,11 de V, respectivamente);
- 15 (c) el revestimiento de aleación AM(V) de la presente invención tenía un potencial de picadura más noble en comparación con AM(Ca) (+0,04 de V y +0,18 de V, respectivamente); y
- (d) el revestimiento de aleación AM(V) de la presente invención tenía significativamente menor corriente oxidativa bajo polarización anódica en comparación con AM(Ca), a -0,25 V, la corriente oxidativa es de alrededor de 20.000 veces menor para AM(V).
- 20 Estas mejoras en la resistencia para la disolución anódica de la capa de aleación implican que después de la exposición del revestimiento de aleación de la presente invención a corroedores (sal, ácido y oxígeno disuelto) la fase metalúrgica se corroerá a una velocidad lenta y el modo de corrosión se generalizará y será menos propenso al modo de corrosión localizada y picaduras. Estas propiedades impartirán una vida más larga en un producto de uso final, ya que se hace menos probable la tinción de óxido rojo, la formación de ampollas del revestimiento de metal y
- 25 la perforación del sustrato.

# REIVINDICACIONES

1. Una banda de acero que tiene un revestimiento de una aleación de Al-Zn-Si que contiene:

|     |                           |
|-----|---------------------------|
| Al: | de 45 a 60% en peso       |
| Zn: | de 35 a 50% en peso       |
| Si: | de 1,2 a 2,5% en peso     |
| Mg: | de 1,0 a 3,0% en peso     |
| V:  | de 0,01 a 0,2% en peso; y |

Resto: de manera opcional otras adiciones de aleación deliberada que consisten en uno o más de Fe, Cr, Mn, Sr y Ca, e impurezas inevitables.

2. Una banda de acero definida en la reivindicación 1, en la que el revestimiento de aleación contiene menos de 0,15% en peso de V.

3. Una banda de acero definida en la reivindicación 2, en la que el revestimiento de aleación contiene menos de 0,1% en peso de V.

4. Una banda de acero definida en la reivindicación 1, en la que el revestimiento de aleación contiene por lo menos 0,03% en peso de V.

5. Una banda de acero definida en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el revestimiento de aleación es una sola capa.

6. Un producto de uso final conformado en frío que comprende una banda de acero de acuerdo con lo definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

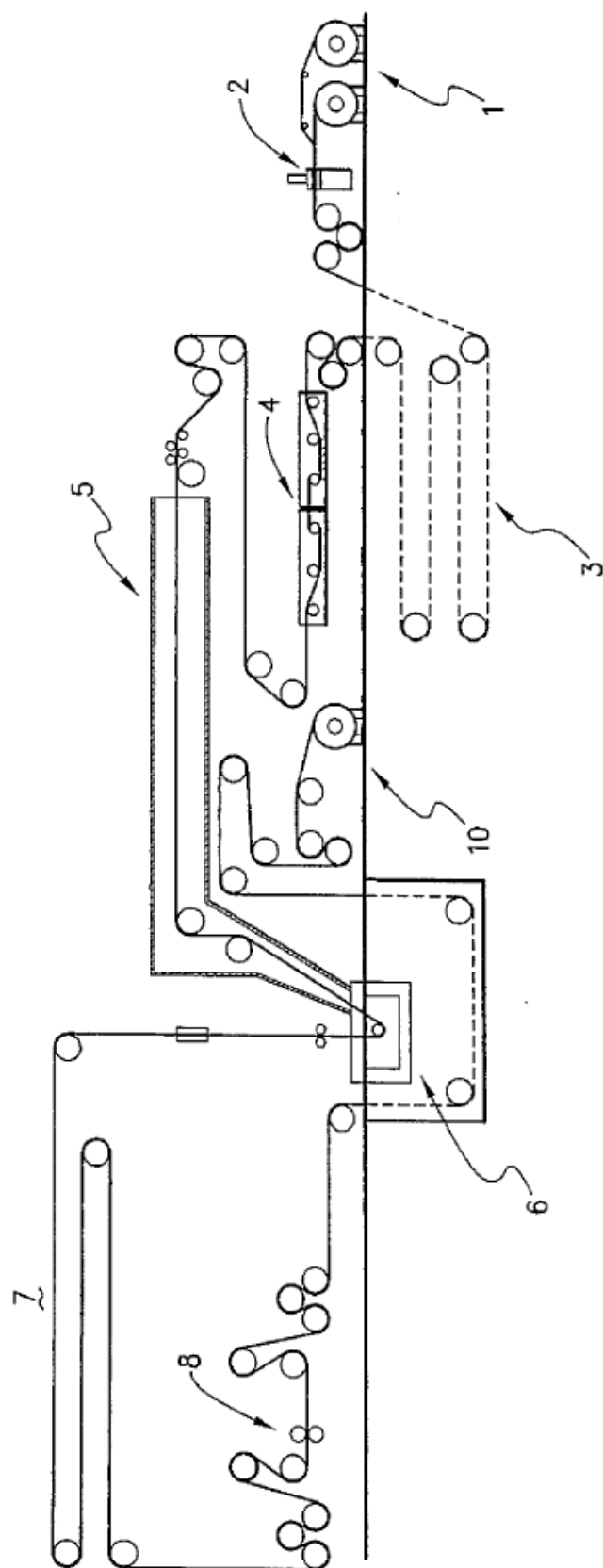


Figura 1

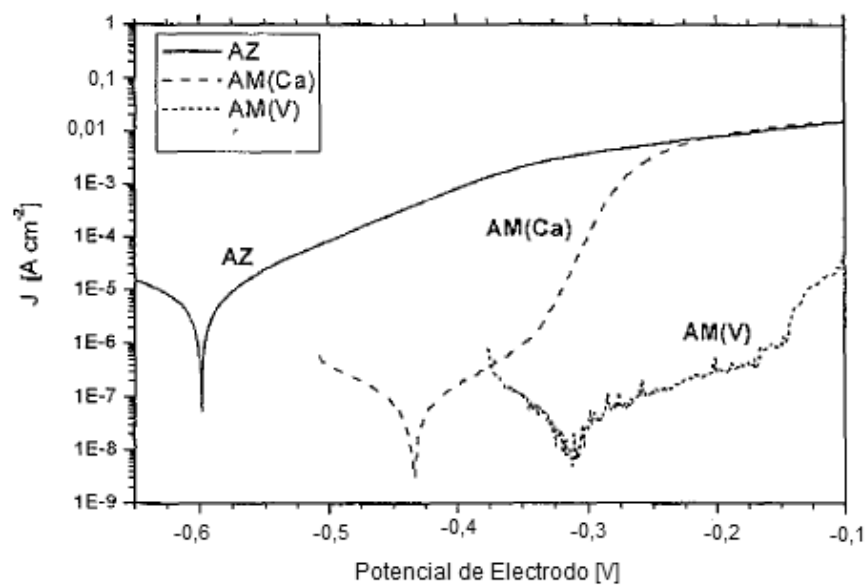


Gráfico de Tafel anódico que muestra una comparación de capas de aleación en pH neutro de 0,1 M de NaCl.

**Figura 2**