

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 509**

51 Int. Cl.:

C23C 2/06 (2006.01)

C23C 2/12 (2006.01)

C23C 2/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2013 PCT/AU2013/001196**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14059474**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2013 E 13846727 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 2909352**

54 Título: **Procedimiento de producción de banda de acero revestida con metal**

30 Prioridad:

18.10.2012 AU 2012904547

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

23.02.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NEUFELD, AARON KIFFER;
SMITH, ROSS MCDOWALL;
LIU, QIYANG y
TAPSELL, GEOFF**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 807 509 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

Procedimiento de producción de banda de acero revestida con metal

La presente invención se refiere a la producción de una banda de acero, que tiene un revestimiento de aleación de metal resistente a la corrosión.

- 5 La presente invención se refiere particularmente, aunque por ningún motivo exclusivamente, a la producción de una banda, típicamente una banda de acero, que tiene un revestimiento de una aleación de metal resistente a la corrosión que contiene magnesio como uno de los elementos principales en la aleación.

La presente invención se refiere particularmente a la producción de una banda de acero que tiene revestimientos de aleación de metal AL-Zn-Si-Mg resistentes a la corrosión.

- 10 En particular, la presente invención se refiere a un procedimiento de revestimiento de metal por inmersión en caliente para formar un revestimiento de una aleación de metal que contiene magnesio como uno de los elementos principales en la aleación en una banda que incluye sumergir la banda no revestida en un baño de aleación fundida y formar un revestimiento de la aleación sobre la banda.

- 15 Dependiendo de la aplicación de uso final, una banda revestida con metal puede ser pintada, por ejemplo, con una pintura polimérica, en una o ambas superficies de la banda. En este aspecto, la banda revestida con metal puede ser comercializada como un producto final en sí mismo o puede tener un revestimiento de pintura aplicado a una o ambas superficies y ser comercializada como un producto final pintado.

Técnica anterior

- 20 Una aleación de metal resistente a la corrosión que es usada ampliamente en Australia y en otros países para construir productos, particularmente chapas perfiladas para paredes y techos con perfiles, es una composición de revestimiento de aleación de Al-Zn, más particularmente un revestimiento formado a partir de una aleación al 55% de Al-Zn que también comprende Si en la aleación. Las chapas perfiladas típicamente son fabricadas por una banda revestida con aleación de metal, pintada de formación en frío. Típicamente, las chapas perfiladas son fabricadas por laminación de la banda pintada.

- 25 La incorporación de Mg a esta composición conocida de aleación al 55% de Al-Zn ha sido propuesta en la bibliografía de patentes durante varios años, véase por ejemplo la Patente de los Estados Unidos US 6.635.359 a nombre de Nippon Steel Corporation.

- 30 Otro revestimiento de aleación Al-Zn-Si-Mg descrito en la bibliografía de patentes aunque no comercialmente disponible en Australia es formado a partir de aleaciones de Al-Zn-Si-Mg que contienen en % en peso: Al: 2 a 19 %, Si: 0,01 a 2%, Mg: 1 a 10 %, resto Zn e impurezas inevitables. El revestimiento de aleación es descrito y reivindicado en la Patente de Australia 758643 titulada "Plated steel product, plated steel sheet and precoated steel sheet having excellent resistance to corrosion" a nombre de Nippon Steel Corporation.

- 35 Ha sido establecido que cuando es incluido Mg en las composiciones de revestimiento de aleación de Al-Zn, Mg trae aparejados ciertos efectos beneficiosos sobre el desempeño del producto, tal como protección mejorada a los bordes filosos.

El solicitante ha llevado a cabo un trabajo de investigación y desarrollo extensivo con relación a los revestimientos de aleación Al-Zn-Si-Mg sobre una banda tal como una banda de acero. La presente invención es el resultado de parte de este trabajo de investigación y desarrollo.

- 40 La discusión que antecede no debe ser tomada como admisión del conocimiento general común en Australia y en otros países.

- 45 El documento US2009/0098295, que es considerado representativo de la técnica anterior más cercana, desvela un procedimiento de formación de un revestimiento sobre una aleación metálica sobre una banda de acero al proporcionar a la banda de acero una capa de cinc o aleación de cinc por un proceso por inmersión en caliente o a través de deposición electrolítica. El acero galvanizado es revestido al vacío con un metal adicional. Esto es seguido por tratamiento de difusión térmica, en el que los átomos de la capa de metal aplicada por vacío son difundidos en la capa de cinc o la siguiente línea de aleación de cinc. Como resultado del gas residual remanente en el vacío y durante el tratamiento de difusión térmica, una película de óxido nativo es formada sobre la superficie de la banda de acero revestido, que inactiva la superficie y por lo tanto aumenta su resistencia a la corrosión.

Otros procedimientos son desvelados en los documentos US4812371, JP59-226161, y EP 1524326.

- 50 El trabajo de investigación y desarrollo que es relevante para la presente invención incluyó una serie de ensayos en planta sobre líneas de revestimiento metálico del solicitante para investigar la viabilidad de la formación de revestimientos particulares de aleación de metal, es decir, revestimientos de aleación Al-Zn-Si-Mg, sobre la banda de acero sobre estas líneas de revestimiento de metal. Por los ensayos en planta ha sido descubierto que los

revestimientos de aleación Al-Zn-Si-Mg son mucho más reactivos con agua enfriada bruscamente usada para enfriar los revestimientos de metal sobre las bandas después de que la banda sale de los baños de aleación fundida en las líneas de revestimiento de metal, que los revestimientos convencionales de Al-Zn. Más en particular, el solicitante ha descubierto que:

- 5 a) había una mayor disolución de los revestimientos de aleación Al-Zn-Si-Mg en el agua enfriada bruscamente que en el caso de los revestimientos de Al-Zn convencionales;
- b) la mayor disolución de los revestimientos de aleación de metal puede dar lugar a la eliminación de la capa de óxido nativo resistente a la corrosión, como es descrito en la presente memoria, de las superficies expuestas de los revestimientos;
- 10 c) la eliminación de las capas de óxido nativo de las superficies de los revestimientos de aleación Al-Zn-Si-Mg expuso los revestimientos de aleación Al-Zn-Si-Mg a una corrosión que causó defectos tal como fisuras, agujeros, puntos negros, huecos, canales, y manchas en las superficies de la banda revestida; y
- d) los defectos de la superficie tuvieron un impacto negativo sobre la efectividad de la pasivación posterior de la banda revestida con una solución de pasivación.

15 Se comprende en la presente memoria que el término "óxido nativo" significa el primer óxido que es formado sobre la superficie del revestimiento de aleación de metal, siendo su composición química intrínsecamente dependiente de la composición del revestimiento de aleación de metal.

Más en particular, el solicitante ha descubierto que la capa de óxido nativo es importante en términos de evitar la corrosión de una capa de revestimiento subyacente de aleación de metal cuando la banda es procesada corriente abajo del baño de revestimiento de metal. En particular, el solicitante ha descubierto que es importante mantener la capa de óxido nativo al menos sustancialmente intacta para mantener la capa de revestimiento de aleación de metal que tiene una calidad superficial adecuada para inactivación con la solución de inactivación. Más particularmente, el solicitante ha encontrado que la eliminación completa de la capa de óxido nativo puede conducir a la corrosión del revestimiento de aleación de metal antes de una etapa de inactivación corriente abajo, incluyendo la corrosión cualquiera de los siguientes defectos superficiales de fisuras, agujeros, puntos negros, huecos, canales y manchas.

20 El solicitante ha caído en la cuenta de que el problema descrito con anterioridad no está limitado a los revestimientos de aleación de Al-Zn-Si-Mg y que se extiende generalmente a revestimientos de aleación de metal de aleaciones que contienen Mg y, como consecuencia son más reactivos a operaciones de procesamiento, tal como temple con agua, sobre la banda revestida.

30 De acuerdo con la presente invención es proporciona un procedimiento de formación de un revestimiento de una aleación de metal en una banda de acero de acuerdo con la reivindicación 1.

El procedimiento puede incluir una etapa de tratamiento de la banda revestida con aleación de metal con una solución de inactivación.

La etapa de enfriamiento de la banda puede incluir controlar que el pH del agua de enfriamiento sea menor que 8.

35 La etapa de enfriamiento de la banda puede incluir controlar que el pH del agua de enfriamiento sea menor que 7.

La etapa de enfriamiento de la banda puede incluir controlar que el pH del agua de enfriamiento sea superior a 6.

La etapa de enfriamiento de la banda puede incluir controlar que la temperatura del agua de enfriamiento sea menor que 45 °C.

La etapa de enfriamiento de la banda puede incluir controlar que la temperatura del agua de enfriamiento sea 35°C.

40 La etapa de enfriamiento de la banda puede incluir controlar que la temperatura del agua de enfriamiento sea 40°C.

La etapa de enfriamiento de la banda puede incluir controlar el pH por la adición de ácido al agua de enfriamiento.

La etapa de enfriamiento de la banda puede incluir controlar el pH por la adición de ácido y otras sales, tampones, agentes humectantes, tensioactivos, agentes de acoplamiento, etc.

El ácido puede ser cualquier ácido adecuado tal como ácido fosfórico y ácido nítrico, a modo de ejemplo.

45 La etapa de enfriamiento de la banda puede ser una etapa de temple con agua.

La etapa de enfriamiento de la banda puede ser un circuito cerrado en el cual el agua es circulada a través de un circuito que proporciona agua a la banda revestida y recoge y enfría el agua y devuelve el agua enfriada para enfriar la banda revestida.

El circuito cerrado puede incluir un tanque de almacenamiento de agua, un sistema de pulverización para proporcionar

agua a la banda revestida del tanque, y un intercambiador de calor para enfriar el agua después de que haya sido pulverizada sobre la banda.

La etapa de enfriamiento de la banda puede ser un circuito abierto en el cual el agua de enfriamiento no es reciclada en la etapa de enfriamiento.

- 5 La etapa de enfriamiento de la banda puede incluir controlar las condiciones operativas para enfriar la banda revestida hasta un intervalo de temperatura de 28-55°C.

La etapa de enfriamiento de la banda puede incluir controlar las condiciones operativas para enfriar la banda revestida hasta un intervalo de temperatura de 30-50°C.

- 10 El procedimiento puede incluir otras etapas que incluyen una cualquiera o más de las siguientes etapas además de la etapa de revestimiento por inmersión en caliente, la etapa de enfriamiento con agua, y la etapa de pasivación, descritas con anterioridad:

- a) pretratar la banda para limpiar la banda antes de la etapa de revestimiento por inmersión en caliente,
- b) controlar el espesor de la banda revestida inmediatamente después de la etapa de revestimiento,
- c) laminar la banda revestida, y
- d) bobinar la banda revestida.

- 15 Un tipo de aleación de metal de interés particular para el solicitante para los revestimientos es el de aleaciones Al-Zn-Zn-Si-Mg. La aleación Al-Zn-Zn-Si-Mg en la invención incluye los siguientes intervalos en % en peso:

Zn: 30 a 60 %

Si: 0,3 a 3%

- 20 Mg: 0,3 a 10 %

Resto Al e impurezas inevitables.

La aleación Al-Zn-Si-Mg puede incluir los siguientes intervalos en % en peso de los elementos Al, Zn, Si, y Mg:

Zn: 35 a 50 %

Si: 1,2 a 2,5%

- 25 Mg 1,0 a 3,0%

Resto Al e impurezas inevitables.

La aleación Al-Zn-Mg puede contener otros elementos que están presentes como impurezas inevitables. Los otros elementos pueden incluir a modo de ejemplo cualquiera, uno o más, de Fe, Sr, Cr y V.

- 30 Por medio de un ejemplo particular, los otros elementos pueden incluir Ca para control de escoria en los baños de revestimiento fundidos. Se debe tener en cuenta que la composición del revestimiento como está solidificado de la aleación Al-Zn-Si-Mg puede ser diferente de la composición de la aleación Al-Zn-Si-Mg usada para formar el revestimiento debido a factores tales como la disolución parcial de la banda de metal en el revestimiento durante el proceso de revestimiento.

El acero puede ser acero de bajo carbono.

- 35 La aleación Al-Zn-Si-Mg usada para formar el revestimiento de la banda de acero revestida con aleación de Al-Zn-Mg-Si incluye los siguientes intervalos en % en peso de los elementos Al, Zn, Si, y Mg:

Zn: 30 a 60 %

Si: 0,3 a 3%

Mg: 0,3 a 10 %

- 40 Resto Al e impurezas inevitables.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención es descrita adicionalmente a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos de los cuales:

La Figura 1 es un dibujo esquemático de una línea continua de revestimiento de metal para formar un revestimiento de aleación Al-Zn-Si-Mg sobre la banda de acero de acuerdo con el procedimiento de la presente invención; y

5 Las Figuras 2(a) a 2(d) son gráficos que ilustran los resultados del análisis de espectroscopia fotoelectrónica por rayos X de las superficies de las muestras de banda de acero revestidas con aleación de metal.

Descripción de realizaciones

Con referencia a la Figura 1, en el uso, las bobinas de una banda de acero de bajo carbono laminadas frías son desenrolladas en una estación de desenrollado 1 y las longitudes sucesivas desenrolladas de banda son soldadas extremo con extremo por un soldador 2 y forman una longitud de banda.

10 Luego, la banda es pasada sucesivamente a través de un acumulador 3, una sección de limpieza de bandas 4 y un conjunto de horno 5. El conjunto de horno 5 incluye un precalentador, un horno reductor de precalentamiento, y un horno reductor.

15 La banda es tratada térmicamente en el conjunto de horno 5 por el control cuidadoso de variables del proceso que incluyen: (i) el perfil de temperatura en los hornos, (ii) la concentración del gas reductor en los hornos, (iii) el flujo del gas a través de los hornos, y (iv) el tiempo de permanencia de la banda en los hornos (es decir, velocidad de la línea).

Las variables de proceso en el conjunto de horno 5 son controladas para que haya eliminación de residuos de óxido de hierro de la superficie de la banda y remoción de los aceites residuales y desechos de la superficie de la banda.

20 Luego, la banda tratada térmicamente es pasada a través de una boca de salida hacia dentro y a través de un baño fundido que contiene una aleación Al-Zn-Si-Mg contenida en un recipiente de revestimiento 6 y es revestida con la aleación Al-Zn-Si-Mg. Típicamente, la aleación de Al-Zn-Zn-Si-Mg en el recipiente de revestimiento 6 comprende en % en peso: Zn: 30 a 60 %, Si: 0,3 a 3 %, Mg: 0,3 a 10 %, y resto Al e impurezas inevitables. También es observado que la aleación Al-Zn-Si-Mg puede contener otros elementos como impurezas. Por ejemplo, el recipiente de revestimiento 6 puede contener también Ca para control de escoria en el baño fundido. La aleación Al-Zn-Si-Mg es mantenida fundida en el recipiente de revestimiento a una temperatura seleccionada por el uso de inductores de calentamiento (no mostrados). Dentro del baño la banda pasa alrededor de un rodillo de inmersión y es tomada hacia arriba y sacada del baño. La velocidad de la línea es seleccionada para proporcionar un tiempo de inmersión seleccionado de la banda en el baño de revestimiento. Ambas superficies de la banda son revestidas con la aleación Al-Zn-Si-Mg a medida que pasa a través del baño.

30 Después de dejar el baño de revestimiento 6, la banda pasa verticalmente a través de una estación de barrido de gas (no mostrada) en la cual sus superficies revestidas son sometidas a chorros de gas de barrido para controlar el espesor del revestimiento.

35 Las superficies expuestas del revestimiento de aleación Al-Zn-Si-Mg son oxidadas a medida que la banda revestida se mueve a través de la estación de barrido de gas y una capa de óxido nativo es formada sobre las superficies expuestas del revestimiento. Como se indicó con anterioridad, el óxido nativo es el primer óxido formado sobre la superficie del revestimiento de aleación de metal, siendo su formación química intrínsecamente dependiente de la composición del revestimiento de aleación de metal, incluyendo óxido de Mg, óxido de Al, y una pequeña cantidad de óxidos de otros elementos del revestimiento de aleación Al-Zn-Si-Mg.

40 La banda revestida es pasada a través de una sección de enfriamiento 7 y es sujeta a enfriamiento forzado por medio de una etapa de temple con agua. El enfriamiento forzado puede incluir una etapa de enfriamiento forzado con aire (no mostrado) antes de la etapa de temple con agua. La etapa de temple con agua es, a modo de ejemplo, un circuito cerrado en el que el agua pulverizada sobre la banda revestida es recogida y luego enfriada para reutilizar para enfriar la banda revestida. La sección de enfriamiento 7 incluye una cámara de enfriamiento de bandas revestidas 7a, un sistema de pulverización 7b que pulveriza agua sobre la superficie de la banda revestida cuando se mueve a través de la cámara de enfriamiento 7a, un tanque de temple con agua 7c para almacenar el agua que es recogida de la cámara de enfriamiento 7b, y un intercambiador de calor 7d para el agua de enfriamiento del tanque de temple con agua 7c antes de transferir el agua al sistema de pulverización 7b. De acuerdo con una realización de la presente invención (a) el pH del agua de enfriamiento suministrada al sistema de pulverización 7b es controlado para que esté en un intervalo de 6-8, y (b) la temperatura del agua de enfriamiento suministrada al sistema de pulverización es controlada para que esté en el intervalo de 30-50°C. El solicitante ha descubierto que ambas etapas de control (a) y (b) minimizan la eliminación de la capa de óxido nativo en el revestimiento de aleación Al-Zn-Si-Mg sobre la banda revestida.

55 El control de pH y temperatura puede ser logrado, a modo de ejemplo, por el uso de una sonda de pH y un sensor de temperatura en un depósito de recuperación del tanque de temple con agua 7c y el suministro de los datos de la sonda/del sensor a un PLC y el cálculo de las adiciones requeridas de ácido para mantener el pH en los ajustes predeterminados para pH y la temperatura del agua, con cualquier adición de ácido y ajuste de temperatura realizados de modo tal que el agua en el tanque de inactivación de agua 7c sea controlado a los puntos de ajuste para pH y temperatura. Esta no es la única opción posible para lograr el control del pH y la temperatura.

El control de pH, temperatura, y químico, puede ser logrado también, a modo de ejemplo, por el uso de un sistema de enfriamiento de agua de un solo ciclo en el que el agua enfriada bruscamente no es recirculada y el agua de entrada tiene propiedades de pH y temperatura como es descrito con anterioridad.

5 Luego, la banda revestida y refrigerada es pasada a través de una sección de laminación 8 que acondiciona la superficie de la banda revestida. Esta sección puede incluir una o más operaciones de acabado de superficie y nivelación de tensión.

Luego, la banda acondicionada es pasada a través de la sección de desactivación 10 y revestida con la solución de pasivación para proporcionar a la banda un grado de resistencia al almacenamiento húmedo y opacamiento temprano.

A continuación, la banda revestida es bobinada en la estación de bobinado 11.

10 Según lo discutido con anterioridad, el solicitante ha realizado un trabajo de investigación y desarrollo extensivo con relación a los revestimientos de aleación Al-Zn-Si-Mg sobre la banda de acero.

15 Según lo discutido con anterioridad, el solicitante ha descubierto a través del trabajo de investigación y desarrollo que la capa de óxido nativo que es formada a medida que la banda revestida con aleación de metal se mueve a través de la estación de barrido con gas es importante en términos de minimizar la corrosión del revestimiento de aleación de metal subyacente a medida que la banda es procesada corriente abajo del baño.

En particular, el solicitante ha descubierto que es importante mantener la capa de óxido nativo al menos sustancialmente intacta para mantener el revestimiento de aleación de metal que tiene una calidad superficial adecuada para inactivación con la solución de inactivación.

20 Más en particular, el solicitante ha descubierto que la eliminación total de la capa de óxido nativo puede conducir a la corrosión del revestimiento de aleación de metal antes de una etapa de pasivación corriente abajo, incluyendo la corrosión cualquiera de los siguientes defectos superficiales de fisuras, agujeros, puntos negros, huecos, canales y manchas.

25 El trabajo de investigación y desarrollo referente a la cuestión del óxido nativo incluyó un análisis de perfilamiento de profundidad por espectroscopia fotoelectrónica por rayos x (XPS) para evaluar las condiciones de las superficies de una serie de revestimientos de aleación de metal.

Los gráficos de las Figuras 2(a) a 2(d) son los resultados del análisis de XPS de diversos materiales, que representan un conjunto de condiciones posibles de la superficie de revestimiento de metal.

30 El gráfico de la Figura 2(a) es un perfil de profundidad por XPS de la superficie de un panel de acero revestido con aleación Al-Zn-Si-Mg producido en el Simulador de Proceso por inmersión en caliente (HDPS) en las instalaciones de investigación del solicitante. El HDPS es una unidad de última generación incorporada para tal fin a las especificaciones del solicitante por Iwatani International Corp (Europe) GmbH. La unidad de HDPS comprende un horno con recipiente de metal fundido, un horno de calentamiento infrarrojo, boquillas de barrido de gas, mecanismos de eliminación de escoria, funciones de manejo de mezclado de gas y punto de condensación, y sistemas automáticos de control por ordenador. La unidad de HDPS es capaz de simular un ciclo típico de inmersión en caliente sobre una línea de revestimiento de metal convencional. El eje horizontal de la Figura 2(a) marcado "Tiempo de grabado" se refiere al tiempo de grabado en el análisis e indica la profundidad del revestimiento de la superficie del revestimiento. Cada una de las líneas de la Figura indica un componente atómico diferente en el revestimiento. La Figura 2(a) indica que una capa delgada de óxido de aproximadamente 9 nm de espesor fue detectada sobre el panel de acero revestido con aleación Al-Zn-Si-Mg. La capa de óxido consistía principalmente en óxidos de aluminio y magnesio. El HDPS es sometido a enfriamiento por gas pero no temple con agua, y de este modo la capa de óxido es representativa de los óxidos formados en la superficie del revestimiento fundido a temperaturas elevadas. Una característica de la capa de óxido es la presencia de una pequeña porción de óxido de calcio (~2 en % de Ca) que resultó de un bajo nivel de adición de Ca en el baño de revestimiento fundido para control de escoria. El óxido es descrito como un "óxido nativo" por el solicitante, ya que es el primer óxido formado sobre la superficie del revestimiento de metal y su composición química es intrínsecamente dependiente de la composición del revestimiento de metal.

40 El gráfico de la Figura 2(b) es un perfil de profundidad por XPS de la superficie de un panel de acero revestido con aleación Al-Zn-Si-Mg producido sobre una de las líneas de revestimiento de metal del solicitante donde hay una etapa de temple con agua en el circuito de producción y el pH y la temperatura del agua de inactivación es controlada. El pH fue controlado con la adición de ácido nítrico para que sea de pH 5-8 y la temperatura fue controlada para que sea de 35-55°C. La Figura 2(b) muestra que sólo una pequeña porción del óxido nativo fue retirada debido al temple con agua. Sin embargo, la presencia de Ca indica que el óxido nativo no fue totalmente retirado. Más aún, no hubo corrosión del revestimiento de aleación Al-Zn-Si-Mg subyacente. Significativamente, la Figura 2(b) también indica que en condiciones particulares de temple con agua, fue posible mantener una capa parcial de óxido nativo.

55 El gráfico de la Figura 2(c) es un perfil de profundidad por XPS de la superficie de un panel de acero revestido con aleación Al-Zn-Si-Mg producido sobre otra línea de revestimiento de metal del solicitante, en el que también hay una etapa de temple con agua en el circuito de producción. El pH fue controlado para que sea de pH 5-8 y la temperatura

5 fue controlada para que sea de 35-55°C. La Figura 2(c) muestra las condiciones de la temple con agua fueron tales que hubo una eliminación parcial de la capa de óxido nativo y fue detectado Ca a niveles inferiores a los de las Figuras 2(a) o 2(b). Algo de óxido nuevo fue formado en la superficie del revestimiento de aleación Al-Zn-Si-Mg, supuestamente durante o después del proceso de temple. No obstante, no hubo ataque de corrosión sobre la estructura de revestimiento subyacente de la aleación Al-Zn-Si-Mg.

10 El gráfico de la Figura 2(d) es un perfil de profundidad por XPS de la superficie de un panel de acero revestido con aleación Al-Zn-Si-Mg producido incluso sobre otra línea de revestimiento de metal del solicitante, donde también hay una etapa de temple con agua en el circuito de producción. El pH fue controlado para que sea mayor que pH 9 y la temperatura fue controlada para que sea mayor que 50°C. La Figura 2(d) muestra que las condiciones de temple con agua resultaron en la eliminación completa de la capa de óxido nativo y el evidente ataque de corrosión sobre la estructura del revestimiento de aleación Al-Zn-Si-Mg. La nueva capa de óxido que fue formada sobre la estructura del revestimiento de metal fue caracterizada por una presencia sustancial de óxido de cinc (producto de corrosión) en la capa y un espesor de capa mucho más grande. Esto dio lugar a un resultado de pasivación insatisfactorio.

15 El trabajo de investigación y desarrollo descrito con referencia a las Figuras 2 (a) a 2 (d) indica que las condiciones de temple con agua que mantienen la integridad de la estructura subyacente de un revestimiento de aleación de metal permiten que el revestimiento de aleación de metal logre un resultado de pasivación satisfactorio, mientras que las condiciones de temple con agua que causan cualquier ataque por corrosión a la estructura subyacente del revestimiento de metal perjudican la capacidad de que el revestimiento de aleación de metal sea pasivado adecuadamente.

20 Numerosas modificaciones pueden ser realizadas a la presente invención descrita con anterioridad sin apartarse del alcance de la invención.

A modo de ejemplo, si bien la realización de la línea de revestimiento de metal mostrada en la Figura 1 incluye una sección 7 de enfriamiento de la banda revestida que incluye pulverizadores de agua, la presente invención no está limitada a esta y se extiende a cualquier sistema adecuado de enfriamiento con agua, tal como tanque de inmersión.

25

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de formación de un revestimiento de una aleación de metal en una banda de acero para formar una banda de acero revestida con aleación de metal, incluyendo el procedimiento una etapa de revestimiento por inmersión en caliente para sumergir la banda de acero en un baño de aleación Al-Zn-Si-Mg fundida y formar un revestimiento de aleación de metal de la aleación Al-Zn-Si-Mg sobre las superficies expuestas de la banda de acero, siendo las superficies expuestas del revestimiento de aleación de metal oxidadas y formando una capa de óxido nativo después de que la banda revestida con aleación de metal emerja del baño de revestimiento de metal, y una etapa de enfriamiento de la banda revestida con aleación de metal con la capa de óxido nativo con agua de enfriamiento, e incluyendo el procedimiento controlar el pH del agua de enfriamiento para que esté en un intervalo de pH 5-9 y la temperatura del agua de enfriamiento para que esté en el intervalo de 30-50°C en la etapa de enfriamiento de la banda para mantener la capa de óxido nativo intacta sobre el revestimiento de aleación de metal durante las etapas corriente abajo, incluyendo la aleación Al-Zn-Si-Mg los siguientes intervalos en % en peso de los elementos Al, Zn, Si, y Mg:
- | | |
|-----|------------|
| Zn: | 30 a 60 % |
| Si: | 0,3 a 3% |
| Mg: | 0,3 a 10 % |
- resto Al e impurezas inevitables.
2. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la etapa de enfriamiento de la banda incluye controlar el pH del agua de enfriamiento para que sea mayor que 6.
3. El procedimiento definido en la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la etapa de enfriamiento de la banda incluye controlar el pH del agua de enfriamiento por la adición de ácido al agua de enfriamiento.
4. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la capa de óxido nativo incluye óxido de Mg, óxido de Al, y una pequeña cantidad de óxidos de otros elementos del revestimiento de aleación Al-Zn-Si-Mg.
5. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de enfriamiento de la banda es una etapa de temple con agua.
6. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de enfriamiento de la banda es una etapa de enfriamiento de circuito cerrado que incluye hacer circular agua a través de un circuito que proporciona agua a la banda revestida y recoge y enfría el agua y devolver el agua enfriada para el enfriamiento de la banda revestida.
7. El procedimiento definido en la reivindicación 6, en el que el circuito incluye un tanque de almacenamiento de agua, un sistema de pulverización para proporcionar agua a la banda revestida desde el tanque, y un intercambiador de calor para enfriar el agua después de que haya sido pulverizada sobre la banda.
8. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la etapa de enfriamiento de la banda es un circuito abierto en el cual el agua de enfriamiento no es reciclada en la etapa de enfriamiento.

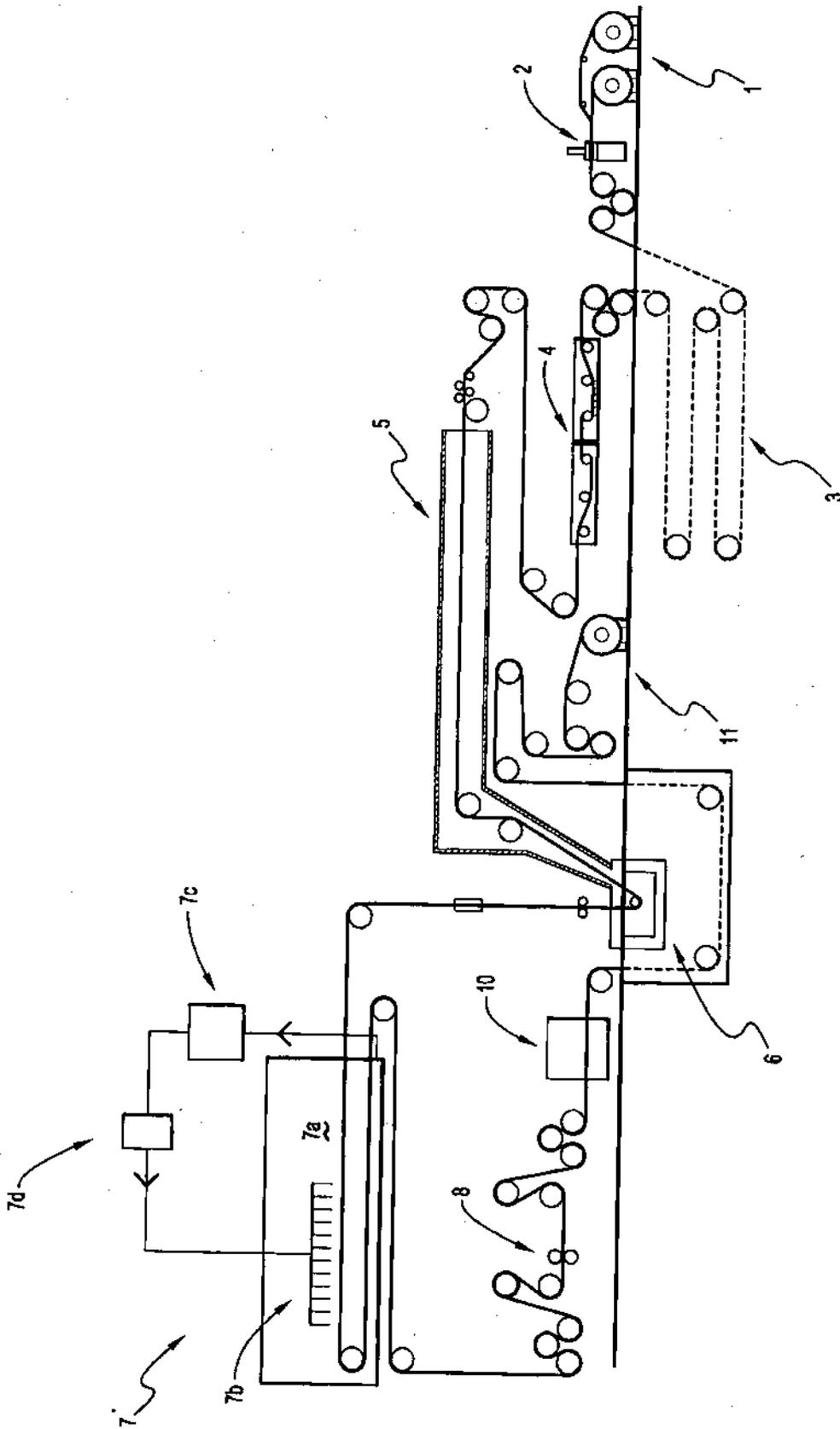


FIG. 1

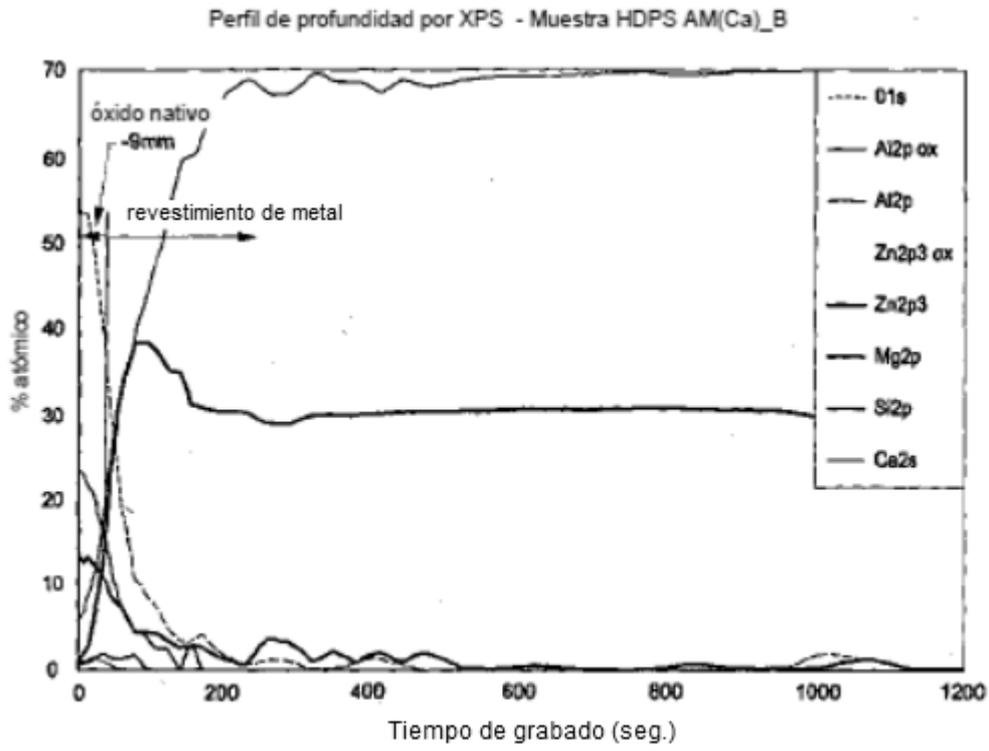


FIG. 2 (a)

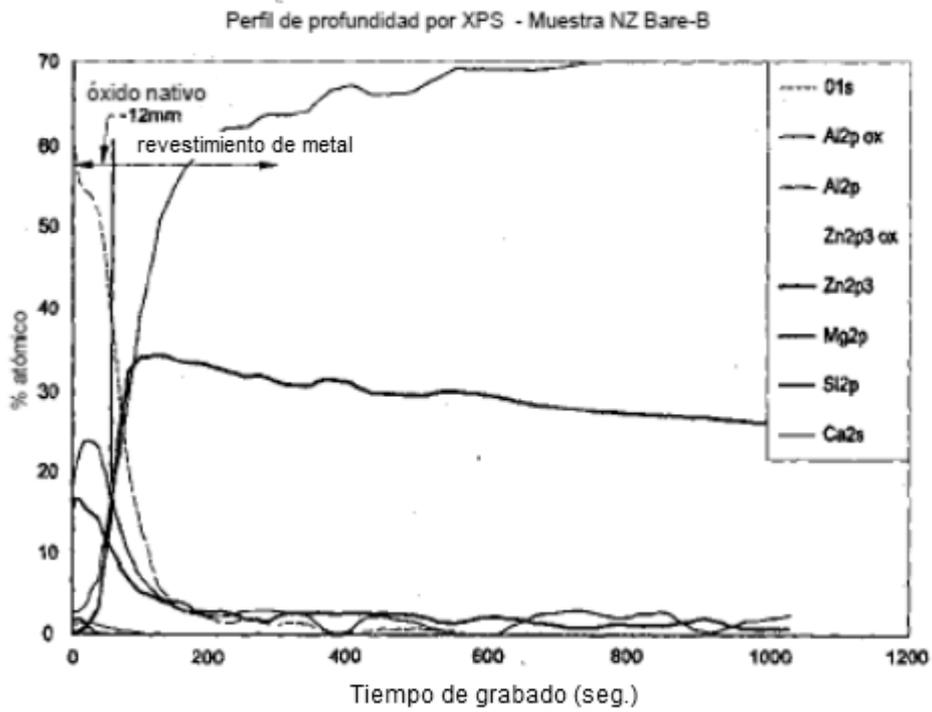


FIG. 2 (b)

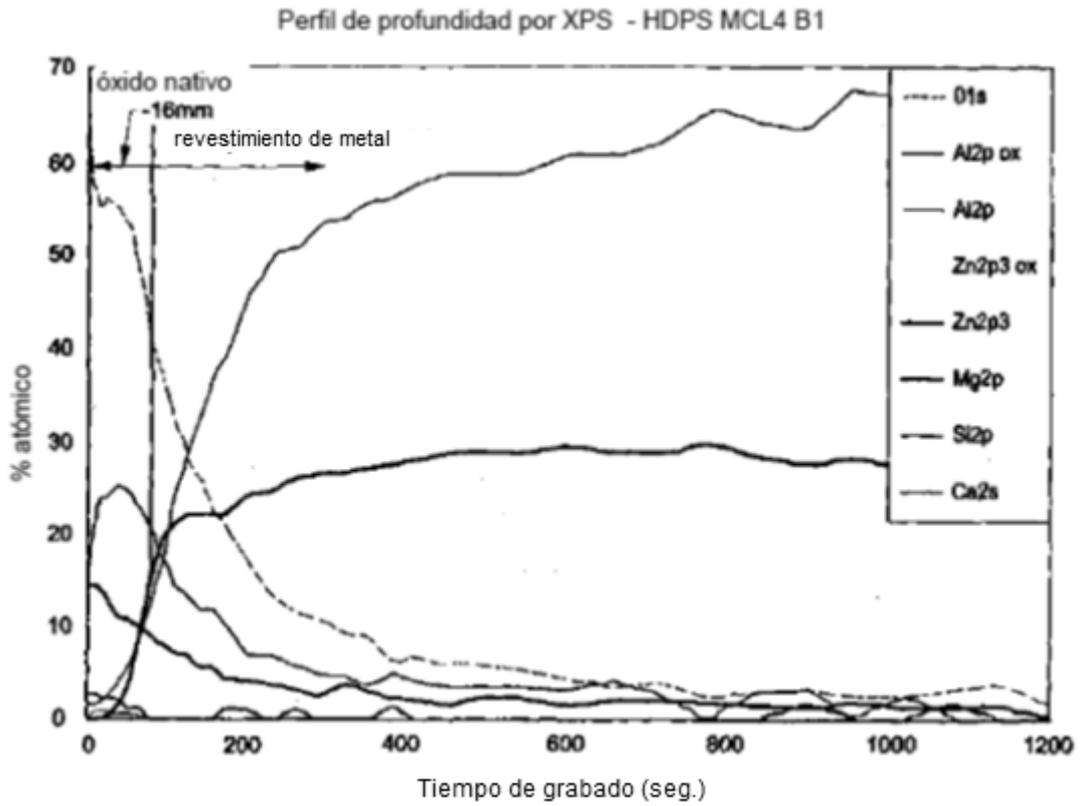


FIG. 2 (c)

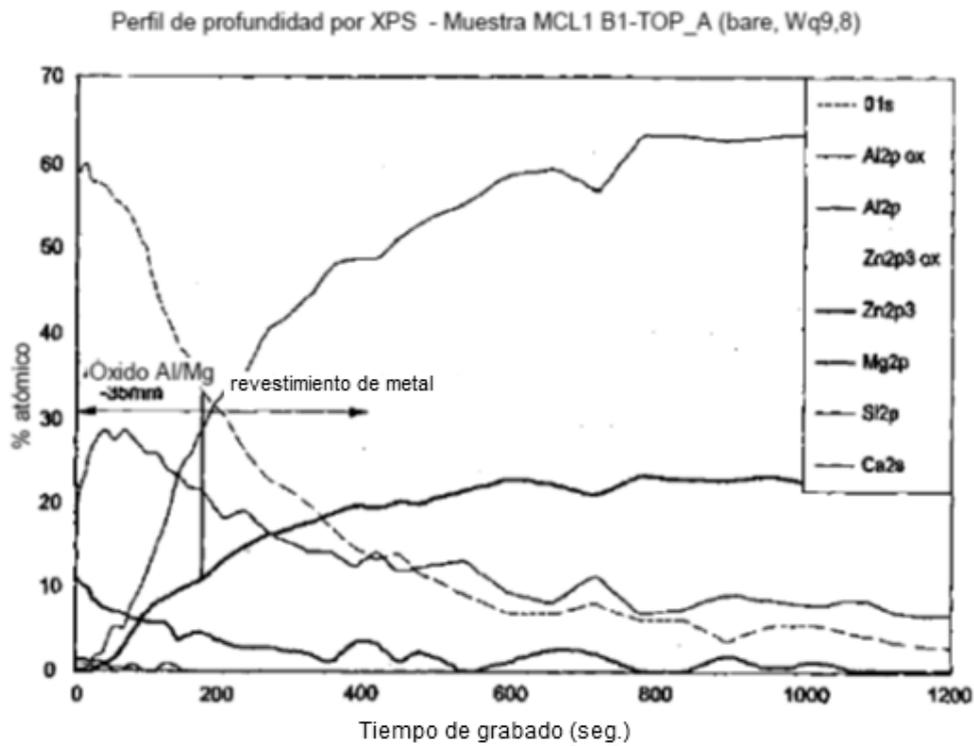


FIG. 2 (d)