

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 225**

51 Int. Cl.:

C22F 1/053 (2006.01)

C23C 2/26 (2006.01)

C23C 2/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.05.2007 PCT/AU2007/000711**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.11.2007 WO07134400**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2007 E 07718957 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020 EP 2021523**

54 Título: **Tratamiento de productos recubiertos con aleación a base de Al/Zn**

30 Prioridad:

24.05.2006 AU 2006902799

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

17.02.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LIU, QIYANG;
SMITH, ROSS MCDOWALL y
SHEDDEN, BRYAN ANDREW**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 806 225 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

Tratamiento de productos recubiertos con aleación a base de Al/Zn

Campo técnico

5 La presente invención se refiere, en general, a la producción de productos que tienen un recubrimiento de una aleación que contiene aluminio y zinc como los componentes principales de la aleación (en lo sucesivo denominados "productos recubiertos con aleación a base de Al-Zn").

La expresión "productos recubiertos con aleación a base de Al-Zn" se entiende en la presente memoria que incluye productos, a modo de ejemplo, en forma de tiras, tubos y secciones estructurales, que tienen un recubrimiento de una aleación a base de Al-Zn en al menos una parte de la superficie de los productos.

10 La presente invención se refiere más particularmente, aunque no significa exclusivamente, a productos recubiertos con aleación a base de Al-Zn en forma de tiras de acero y productos hechos a partir de una tira de acero recubierta con aleación a base de Al-Zn.

La tira de acero recubierta con aleación a base de Al-Zn puede ser una tira que también está recubierta con compuestos inorgánicos y/u orgánicos por razones protectoras, estéticas u otras.

15 La presente invención se refiere más particularmente, aunque no significa exclusivamente, a una tira de acero recubierta con aleación a base de Al/Zn que tiene un recubrimiento de una aleación de más de un elemento distinto de Al y Zn en cantidades mayores que trazas.

20 La presente invención se refiere más particularmente, aunque no significa exclusivamente, a una tira de acero recubierta con aleación a base de Al/Zn. El producto recubierto con aleación de la presente invención tiene un recubrimiento de una aleación a base de Al/Zn que contiene 20-95 % de Al, 0-5 % de Si, equilibrio de Zn con impurezas inevitables. El recubrimiento también puede contener 0-10 % de Mg.

La presente invención se refiere, en general, a un procedimiento para tratar una aleación a base de Al-Zn de un recubrimiento de un producto para proporcionar una microestructura cristalina modificada en base a una mezcla más homogénea de los elementos de la composición del recubrimiento de aleación.

Antecedentes de la técnica

25 Los recubrimientos de aleación a base de Al-Zn delgados (2-100 μm) frecuentemente se aplican a las superficies de una tira de acero para proporcionar protección contra la corrosión atmosférica.

Estos recubrimientos de aleación son generalmente, pero no exclusivamente, recubrimientos de aleaciones de los elementos Al, Zn, Mg, Si, Fe, Mn, Ni, Sn y otros elementos tales como V, Sr, Ca, Sb en pequeñas cantidades.

30 Estos recubrimientos de aleación se aplican generalmente, pero no exclusivamente, a una tira de acero recubriendo por inmersión en caliente la tira al pasar la tira a través de un baño de aleación fundida. Típicamente, pero no necesariamente de manera exclusiva, la tira de acero se calienta antes de la inmersión para promover la unión de la aleación al sustrato tipo tira. La aleación posteriormente se solidifica sobre la tira y forma un recubrimiento de aleación solidificado cuando la tira sale del baño fundido.

35 La velocidad de enfriamiento del recubrimiento de aleación es relativamente baja, típicamente menor que 100 °C/s. La velocidad de enfriamiento está restringida por la masa térmica de la tira y por el daño del impacto del recubrimiento suave y caliente con el medio de enfriamiento.

La baja velocidad de enfriamiento significa que la microestructura de la aleación a base de Al-Zn es una estructura dendrítica y/o laminar relativamente rugosa que comprende una mezcla de fases de diferentes composiciones.

40 Otros medios conocidos de formar recubrimientos de aleación a base de Al-Zn sobre una tira de acero, producen recubrimientos de aleación fundida que se solidifican de diferentes maneras a recubrimientos por inmersión en caliente. Sin embargo, las aleaciones a base de Al-Zn de los recubrimientos existen como mezclas de fases relativamente rugosas de diferentes composiciones.

45 El documento US 4287008 divulga un producto ferroso recubierto con aleación de aluminio y zinc, cuyo recubrimiento es altamente dúctil y se crea mediante un procedimiento caracterizado por las etapas de tratar térmicamente el producto recubierto con aleación de aluminio y zinc, calentar a una temperatura entre 93 °C y 427 °C y mantener durante un período de tiempo para efectuar cambios en la estructura metalúrgica. Otro procedimiento de tratamiento de productos ferrosos recubiertos con una aleación de aluminio y zinc para mejorar las resistencia a la corrosión atmosférica se divulga en el documento US-A-4287009. Otros productos anteriores a la técnica se divulgan en los documentos US 6231695, US 5547769 y EP 0710732.

El solicitante ha encontrado que las microestructuras de los recubrimientos de aleación a base de Al-Zn en una tira de acero pueden modificarse ventajosamente, tanto estructuralmente como químicamente, más allá de la microestructura rugosa de múltiples fases descrita anteriormente, al calentar muy rápido y, posteriormente, al enfriar muy rápido el recubrimiento de aleación.

- 5 En particular, el solicitante ha encontrado que el calentamiento muy rápido de alta intensidad de una tira recubierta con la aleación a base de Al-Zn, y el enfriamiento muy rápido de la tira, da como resultado una microestructura modificada, típicamente una microestructura que comprende una estructura refinada en la cual los elementos microestructurales más grandes se han reducido en tamaño u homogeneizado de otra manera.

- 10 A modo de teoría o explicación, el solicitante ha encontrado que el calentamiento muy rápido de la tira recubierta con aleación a base de Al-Zn hace posible limitar el calentamiento al recubrimiento de aleación en lugar de la tira sustrato, lo que permite que la tira sustrato funcione como un disipador de calor, lo que facilita el enfriamiento muy rápido del recubrimiento de aleación, lo que resulta en (a) la retención de la microestructura homogeneizada de la aleación de recubrimiento generada a temperatura elevada, o (b) la transformación de la aleación de recubrimiento en una microestructura dendrítica muy fina o (c) la transformación de la aleación de recubrimiento a otras mezclas de fases en dispersiones finas.

De acuerdo con la presente invención se proporciona un procedimiento para tratar un producto recubierto con aleación a base de Al-Zn que incluye un recubrimiento de aleación a base de Al-Zn sobre un sustrato, de acuerdo con la reivindicación 1.

- 20 El procedimiento descrito anteriormente evita o minimiza la redistribución normal de los elementos que se produce durante la solidificación convencional de los recubrimientos de aleación a base de Al-Zn a velocidades de enfriamiento típicamente menores que 100 °C/seg.

La microestructura cristalina modificada puede formarse en la etapa (a) como un cambio de estado sólido de una microestructura original del recubrimiento de aleación.

Alternativamente, la etapa (a) puede provocar al menos una solubilidad limitada en aluminio.

- 25 A modo de ejemplo, para los recubrimientos de aleación a base de Al-Zn que se someten a solidificación por nucleación y crecimiento de dendritas de fase primaria, la separación estructural típica de la fase primaria se define por la separación de los brazos de dendrita secundarios. La presente invención logra separaciones de brazos de dendrita secundarios menores que 5 µm y más beneficiosamente, menores que 2 µm en comparación con separaciones de brazos de dendrita secundarios típicamente alrededor de 10-15 µm para estructuras convencionalmente solidificadas a velocidades normalmente menores que 100 °C/s.

La etapa (a) incluye calentar muy rápidamente el recubrimiento de aleación a base de Al-Zn.

Preferentemente, la etapa (a) incluye calentar el recubrimiento de aleación a base de Al-Zn a una velocidad de calentamiento de al menos 10.000 °C/s.

- 35 La etapa (a) incluye una duración de calentamiento menor que 200 milisegundos, con mayor preferencia menor que 20 milisegundos, y con mayor preferencia menor que 2 milisegundos.

El solicitante ha encontrado que el calentamiento descrito anteriormente de los recubrimientos de aleación a base de Al-Zn puede lograrse sin aumentar significativamente la temperatura del sustrato subyacente mediante el uso de fuentes de calentamiento de alta densidad de potencia, y que el sustrato relativamente frío ayuda a lograr las velocidades de enfriamiento muy altas que se requieren.

- 40 La expresión "fuentes de calentamiento de alta densidad de potencia" se entiende en la presente memoria que incluye, a modo de ejemplo, láser, plasma directo, lámparas indirectas de arco de plasma de alta densidad y sistemas convencionales de infrarrojo cercano (NIR) basados en filamentos. Para lograr la velocidad de calentamiento requerida, la temperatura requerida y la distribución de temperatura de espesor, es necesario usar una fuente de calor que emita una densidad de potencia mayor que 70 W/mm², y con mayor preferencia mayor que 300 W/mm².

- 45 La etapa (a) puede incluir calentar el recubrimiento de aleación a base de Al-Zn desde una temperatura superior a la ambiental. Por ejemplo, en el caso de tratar un producto recubierto con aleación a base de Al-Zn en forma de una tira de acero recubierta con aleación a base de Al-Zn producida en una línea de recubrimiento por inmersión en caliente, mediante el uso de una tira de acero caliente recubierta con aleación a base de Al-Zn como alimentación a la etapa (a) minimiza el consumo total de energía y aún mantiene la velocidad de enfriamiento necesaria para garantizar que se produzca la microestructura e integridad del recubrimiento de aleación a base de Al-Zn.

La temperatura de la tira entrante a la etapa (a) es preferentemente menor que 250 °C.

El procedimiento puede aplicarse a ambas superficies simultáneamente o a cada superficie por separado. Para minimizar el ablandamiento del recubrimiento de aleación a base de Al-Zn en el lado opuesto al que se está tratando

con el procedimiento en cualquier momento dado, y para mejorar la velocidad de enfriamiento, la superficie inversa puede mantenerse a una temperatura fija, preferentemente menor que 300 °C, y con mayor preferencia menor que 250 °C.

5 Preferentemente, la etapa (a) incluye calentar el recubrimiento de aleación a una temperatura en el intervalo de 380-800 °C, y con mayor preferencia en el intervalo de 450-800 °C.

Preferentemente, la etapa (a) incluye calentar el recubrimiento de aleación a base de Al-Zn a una temperatura y/o durante un tiempo seleccionado de modo que haya un crecimiento mínimo de una capa de aleación intermetálica en una interfaz entre el recubrimiento de la aleación y el sustrato.

10 Preferentemente, la capa de aleación intermetálica se mantiene dentro de un intervalo de 0-5 µm, preferentemente 0-3 µm, y con mayor preferencia 0-1 µm.

Preferentemente, la etapa (a) incluye calentar el recubrimiento de aleación a base de Al-Zn mientras se asegura que el sustrato esté a una temperatura suficientemente baja para evitar la recrystalización de un sustrato recocido de recuperación o cambios de fase en el sustrato que serían perjudiciales para las propiedades del sustrato.

15 Después de calentar el recubrimiento de aleación a base de Al-Zn en la etapa (a), el sustrato relativamente frío extrae calor del recubrimiento de aleación en la etapa (b), el sustrato funciona como un disipador de calor y provoca velocidades de enfriamiento extremadamente altas en el recubrimiento de aleación que retiene o forma la microestructura cristalina modificada.

20 La expresión "enfriamiento muy rápido" se entiende en la presente memoria que significa enfriamiento a una velocidad que minimiza la redistribución de elementos del recubrimiento de aleación a base de Al-Zn fundido homogéneo o la estructura de fase única homogeneizada en un estado sólido o a una velocidad que permita un control solidificación de la forma fundida del recubrimiento de aleación.

La velocidad de enfriamiento requerida es al menos 100 °C/s, preferentemente al menos 500 °C/s, y con mayor preferencia al menos 2.000 °C/s.

25 El solicitante ha identificado condiciones de procesamiento adecuadas para sustratos en forma de tira de acero gruesa (hasta 5 mm) y también para sustratos en forma de tira de acero muy delgada que normalmente proporcionarían un disipador de calor más pequeño.

Cuando la velocidad de calentamiento es baja, la temperatura requerida del sustrato es más alta y la etapa (b) puede incluir el enfriamiento forzado para retener la microestructura modificada deseada.

30 El nivel de enfriamiento forzado requerido para retener la microestructura cristalina modificada es menor que para el procedimiento convencional, ya que el enfriamiento también se logra desde el sustrato más frío. El grado de enfriamiento forzado requerido puede lograrse sin alterar la superficie del recubrimiento de aleación.

El procedimiento puede llevarse a cabo en línea, y el procedimiento de tratamiento puede llevarse a cabo inmediatamente después del recubrimiento por inmersión en caliente del sustrato.

35 Alternativamente, el procedimiento puede llevarse a cabo en líneas separadas, y el procedimiento de tratamiento puede llevarse a cabo en una tira enrollada producida por recubrimiento por inmersión en caliente del sustrato.

Para que la invención se entienda bien, ahora se describirá una realización de la misma, dada a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

Las Figuras 1-8 son fotomicrografías de muestras analizadas en trabajos experimentales en relación con el procedimiento de la presente invención descrito anteriormente llevado a cabo por el solicitante;

40 La Figura 9 es un gráfico que informa los resultados del trabajo de prueba de corrosión en muestras analizadas en el trabajo experimental; y

La Figura 10 es un Mapa de Potencial Volta de una muestra analizada en el trabajo experimental.

45 El trabajo experimental se llevó a cabo en muestras de prueba de tiras de acero que se recubrieron por inmersión en caliente con aleaciones a base de Al-Zn. El trabajo experimental incluyó calentar los recubrimientos de aleación de las muestras mediante una fuente de calentamiento de alta densidad de potencia en forma de láser y por Radiación de Infrarrojo Cercano (NIR) y después enfriar los recubrimientos de aleación.

50 En la Figura 1 se muestra un ejemplo de la microestructura de una tira de acero convencional recubierta con aleación a base de Al-Zn por inmersión en caliente. La microestructura comprende predominantemente dos fases separadas, es decir, una fase dendrítica rica en Al y una mezcla interdendrítica de fases rica en Zn. La microestructura también comprende una pequeña cantidad de partículas rugosas de silicio.

Los recubrimientos de aleación de las muestras se calentaron rápidamente en una gama de diferentes perfiles térmicos - temperaturas y tiempos de mantenimiento - y, posteriormente, se enfriaron rápidamente de acuerdo con el procedimiento de la presente invención.

5 Para recubrimientos de aleación que contienen cantidades significativas de Al y Zn, la microestructura del recubrimiento después del calentamiento rápido y el enfriamiento rápido de acuerdo con el procedimiento de la presente invención comprendió una matriz primaria de una fase predominantemente de Al y una dispersión fina y uniforme de una fase secundaria rica en Zn.

10 En función de las condiciones de calentamiento y enfriamiento, la fase secundaria rica en Zn comprendió (a) zonas interconectadas de mezclas interdendríticas de fases ricas en Zn o (b) partículas discretas ricas en Zn de un tamaño menor que 5 μm , idealmente menor que 2 μm , y más idealmente menor que 0,5 μm .

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de las mezclas interdendríticas de fases ricas en Zn. Ejemplos de las partículas ricas en Zn se muestran en las Figuras 3, 4 y 5.

15 En la Figura 6 se muestra un ejemplo de la microestructura de una tira de acero recubierta a base de aleación Al-Zn por inmersión en caliente convencional en la cual la aleación de recubrimiento contiene Si. El Si está presente en la microestructura en forma de partículas con forma de aguja relativamente rugosas o como partículas compuestas intermetálicas rugosas (por ejemplo, cuando el Mg también está presente en la aleación de recubrimiento - ver la zona identificada por la flecha B en la Figura 6).

20 El solicitante encontró en el trabajo experimental que, después del tratamiento por el procedimiento de la presente invención, el Si en una aleación de recubrimiento de Al-Zn que contiene Si está ventajosamente en forma de partículas finas discretas de Si o de compuestos intermetálicos de Si (por ejemplo, cuando Mg también está presente en la aleación de recubrimiento) y/o como átomos en la matriz primaria - ver las Figuras 7 y 8.

25 El solicitante encontró en el trabajo experimental que otros compuestos intermetálicos de elementos, por ejemplo Mg y Zn, que se encuentran típicamente en aleaciones de recubrimiento a base de Al-Zn como partículas muy rugosas que son perjudiciales para la corrosión del recubrimiento y la formación del recubrimiento, también se refina por el procedimiento de tratamiento de la presente invención, y se distribuyen por todo el recubrimiento de aleación como dispersiones uniformes de partículas finas. Con la flecha A en la Figura 6 se muestra una partícula intermetálica muy rugosa de Mg y Zn en una aleación de recubrimiento no tratado. En las Figuras 7 y 8 se muestran recubrimientos tratados.

30 El solicitante determinó mediante análisis elemental que las composiciones de los recubrimientos de aleación a base de Al-Zn, que pueden contener otros elementos tales como, por ejemplo, Si y Mg para mejorar el rendimiento, no se ven alteradas por el procedimiento de tratamiento.

Ventajas

35 El solicitante encontró mediante pruebas electroquímicas, pruebas de corrosión acelerada y pruebas de exposición a la atmósfera a largo plazo que la microestructura cristalina modificada producida por el procedimiento de la presente invención es más resistente a la corrosión que la tira de acero recubierta con aleación a base de Al-Zn, de microestructura rugosa, fabricada convencionalmente. Los resultados del trabajo de prueba de corrosión se muestran en la Figura 9. La muestra "R" en la Figura 9 es una muestra tratada de acuerdo con el procedimiento de la presente invención. Las otras muestras son muestras producidas convencionalmente.

40 El solicitante encontró que la resistencia a la corrosión mejora al reducir el tamaño y la continuidad de las fases de corrosión más libre, por ejemplo, fases ricas en zinc y/o magnesio, u otros elementos reactivos.

45 La mejora en el rendimiento de corrosión superficial del recubrimiento basado en aleación de Al-Zn tratado por el procedimiento de la presente invención se demuestra mediante un Mapa de Potencial Volta mostrado en la Figura 10. El lado izquierdo de la Figura comprende un plano superior de una muestra que comprende una aleación de recubrimiento a base de Al-Zn, con algunas secciones tratadas por el procedimiento de la presente invención y otras secciones sin tratar. El lado derecho de la Figura comprende un Mapa de Potencial Volta de la muestra.

El solicitante determinó que en los recubrimientos basados en aleación de Al-Zn que contienen, por ejemplo, Mg y Si, la corrosión superficial puede proceder rápidamente a lo largo de partículas rugosas de Compuesto Intermetálico (IMC) de compuestos que contienen Mg. El solicitante encontró que tales partículas grandes se refinan por el procedimiento de tratamiento de la presente invención y se eliminan las vías de corrosión.

50 El rendimiento de corrosión de los recubrimientos de aleación a base de Al-Zn producidos convencionalmente, fabricados por el procedimiento de inmersión en caliente u otro procedimiento térmico, se degrada significativamente cuando el grosor del recubrimiento se aproxima a la rugosidad de la microestructura, por ejemplo, 5-10 μm , debido a vías de corrosión bien definidas. El solicitante descubrió que tales vías de corrosión se eliminan en la microestructura cristalina modificada producida por el procedimiento de tratamiento de la presente invención.

El solicitante encontró, mediante pruebas de corrosión acelerada y pruebas de exposición atmosférica a largo plazo, que la microestructura cristalina modificada producida por el procedimiento de tratamiento de la presente invención también es más resistente a la corrosión cuando la tira de acero recubierta con aleación a base de Al-Zn se ha recubierto posteriormente con combinaciones de compuestos inorgánicos y/o polímeros de base orgánica.

- 5 La corrosión de la tira de acero recubierta con aleación a base de Al-Zn y pintada generalmente procede más rápidamente desde los bordes de la tira o desde las perforaciones en la tira. El solicitante encontró que la corrosión desde los bordes de la tira de acero recubierta con aleación a base de Al-Zn y puede reducirse formando la microestructura cristalina modificada producida por el procedimiento de tratamiento de la presente invención en (a) una banda estrecha del recubrimiento de aleación en el borde de la tira y/o (b) en una variedad de patrones
- 10 regulares o irregulares a través de la superficie de la tira sin formar la microestructura cristalina modificada en todo el recubrimiento de aleación sobre la superficie completa de la tira.

También pueden obtenerse beneficios parciales tratando parcialmente una proporción del recubrimiento de aleación a base de Al-Zn. La tira de acero puede tratarse en ambas superficies o solo en una superficie, al mismo tiempo o secuencialmente.

- 15 El solicitante determinó que se han eliminado las partículas rugosas de elementos y compuestos intermetálicos que se sabe que son perjudiciales para la ductilidad del recubrimiento de aleación a base de Al-Zn.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de tratamiento de un producto recubierto con aleación a base de Al-Zn que incluye un recubrimiento de aleación a base de Al-Zn sobre un sustrato, conteniendo el recubrimiento de aleación 20-95 % de Al, 0-5 % de Si, opcionalmente 0-10 % de Mg, resto Zn con impurezas inevitables, procedimiento que incluye las etapas de:
- (a) calentar el recubrimiento de aleación de una temperatura menor que 300 °C a una temperatura en el intervalo de 250-910 °C a una velocidad de calentamiento de al menos 500 °C/s durante menos de 200 milisegundos sin calentamiento del sustrato, y
- 10 (b) enfriar el recubrimiento de aleación a una velocidad de enfriamiento de al menos 100 °C/s mediante el uso del sustrato como un disipador de calor, y formar una microestructura modificada del recubrimiento de aleación, con la microestructura modificada que comprende una estructura refinada en la cual los elementos microestructurales más grandes se han reducido en tamaño u homogeneizados.
2. El procedimiento definido en la reivindicación 1, en el que la microestructura cristalina modificada se forma en la etapa (a) como un cambio del estado sólido de una microestructura original del recubrimiento de aleación.
- 15 3. El procedimiento definido en la reivindicación 1 en el que la etapa (a) comprende fundir al menos parcialmente el recubrimiento de aleación a base de Al-Zn, por lo cual se forma la microestructura cristalina modificada cuando el recubrimiento de aleación se solidifica en la etapa (b).
4. El procedimiento definido en la reivindicación 3 en el que la etapa (a) comprende fundir completamente el recubrimiento de aleación a base de Al-Zn, por lo cual se forma la microestructura cristalina modificada cuando el recubrimiento de aleación se solidifica en la etapa (b).
- 20 5. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la microestructura cristalina modificada del recubrimiento de aleación a base de Al-Zn es una fase única.
6. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la microestructura cristalina modificada del recubrimiento de aleación a base de Al-Zn es una dispersión uniforme de partículas de una fase en otra fase.
- 25 7. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la microestructura cristalina modificada del recubrimiento de aleación a base de Al-Zn es una dispersión uniforme de dendritas primarias finas de una fase y regiones interdendríticas de otras fases.
8. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa (a) incluye calentar el recubrimiento de aleación a base de Al-Zn a una velocidad de calentamiento de al menos 10.000 °C/s.
- 30 9. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa (a) incluye calentar el recubrimiento de aleación a una temperatura en el intervalo de 380-800 °C.
10. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que después de calentar el recubrimiento de aleación a base de Al-Zn en la etapa (a), el sustrato relativamente frío extrae calor del recubrimiento de aleación en la etapa (b), actuando el sustrato como disipador de calor y provocando velocidades de enfriamiento extremadamente altas en el recubrimiento de aleación que retiene o forma la microestructura cristalina modificada.
- 35 11. El procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la velocidad de enfriamiento en la etapa (b) es de al menos 500 °C/s.
- 40 12. Un procedimiento de producción de un producto recubierto con aleación a base de Al-Zn que incluye las etapas de recubrir por inmersión en caliente un sustrato en forma de una tira de acero con una aleación a base de Al-Zn y tratar la tira de acero recubierta de acuerdo con el procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

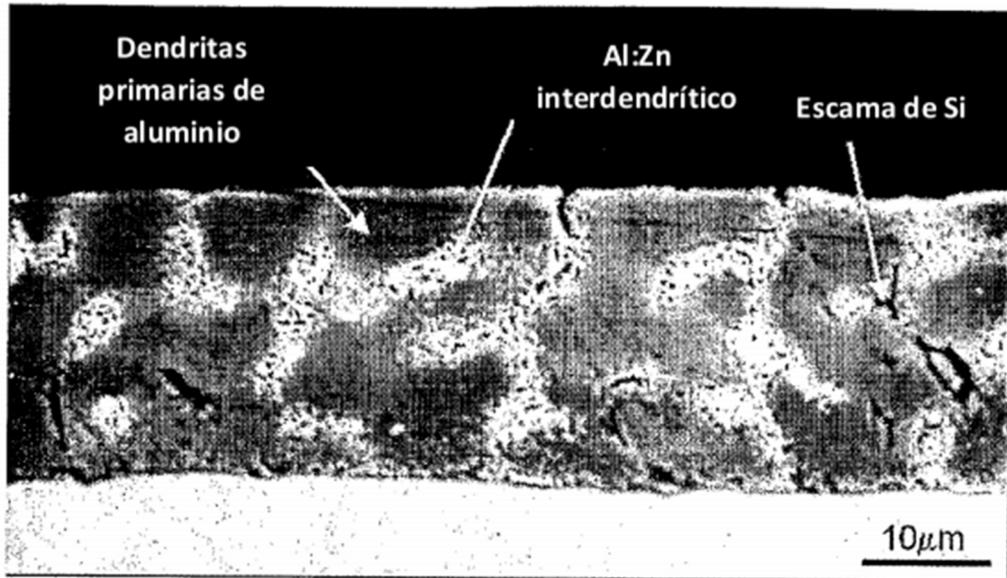


Figura 1: Ejemplo de recubrimiento convencional con aleación a base de Al-Zn al 55 % no tratado

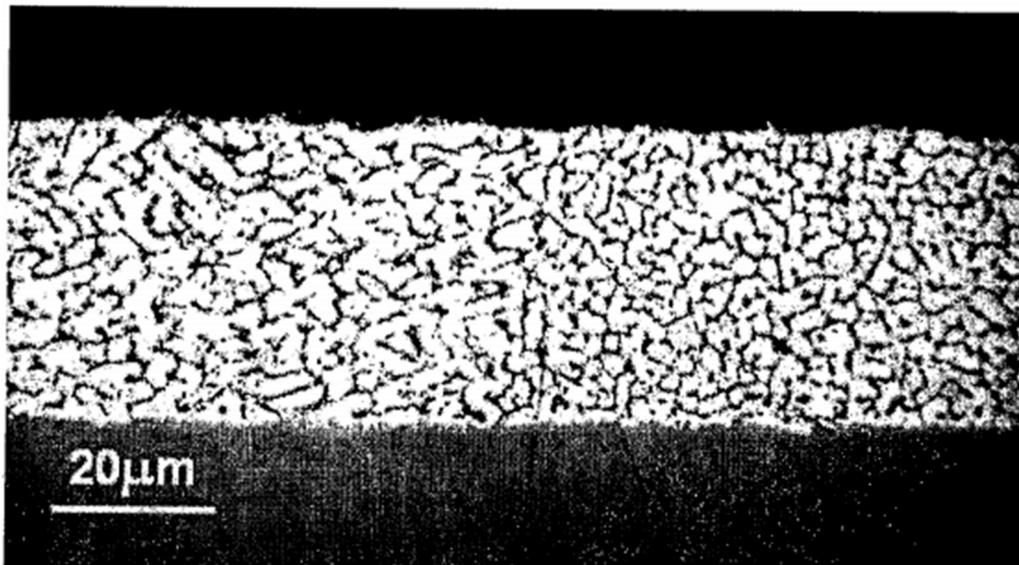


Figura 2: Ejemplo de recubrimiento con aleación a base de Al-Zn al 55 % tratado con una estructura dendrítica muy fina

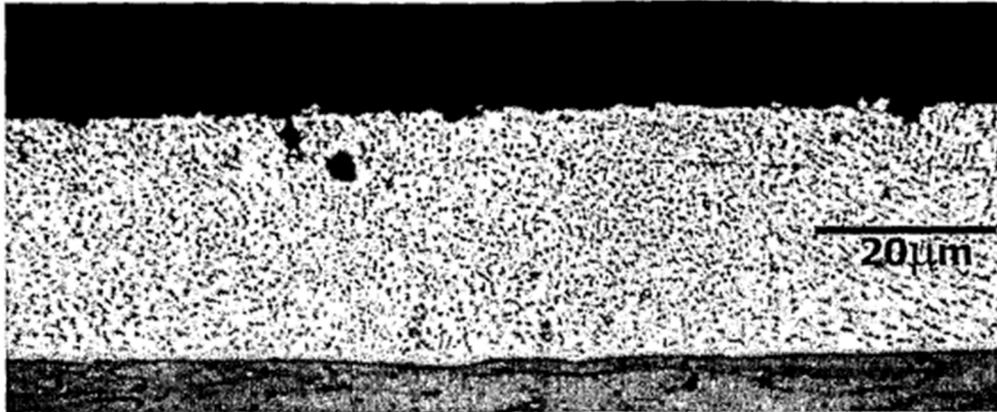


Figura 3: Ejemplo de recubrimiento con aleación a base de Al-Zn al 55 % tratado con partículas finas a base de zinc distribuidas uniformemente en una matriz a base de aluminio

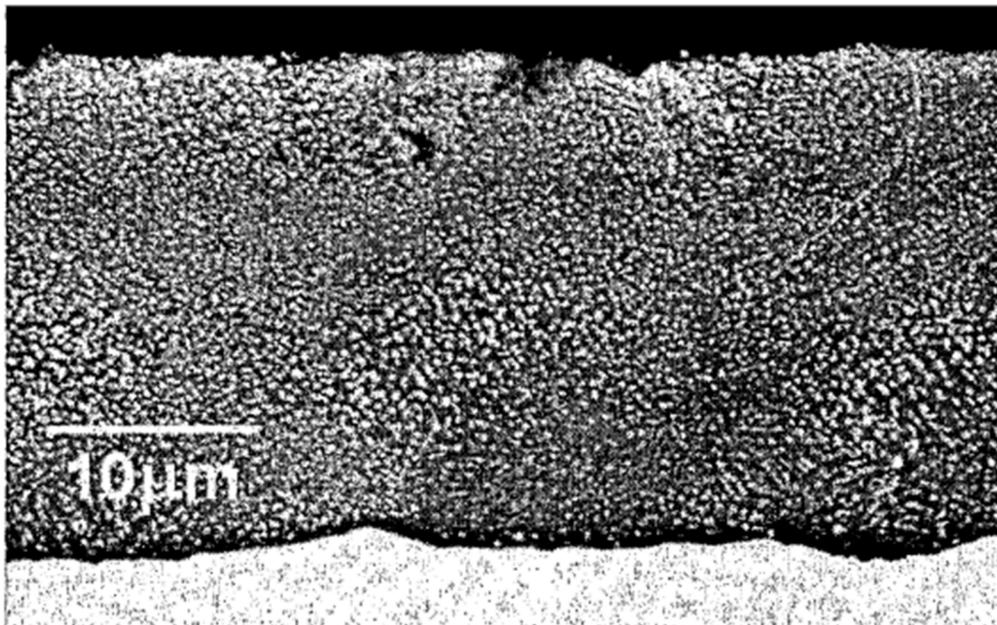


Figura 4: Ejemplo de recubrimiento con aleación a base de Al-Zn al 55 % tratado con partículas finas a base de zinc distribuidas uniformemente en una matriz a base de aluminio

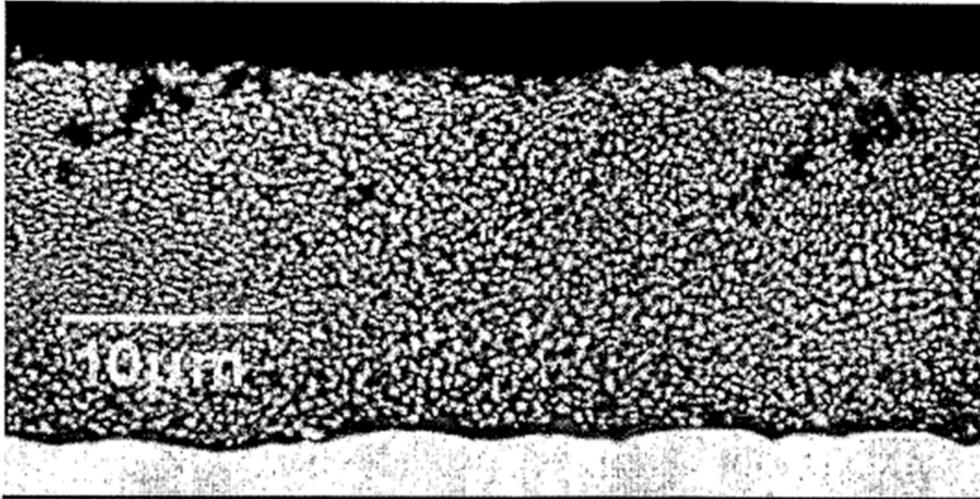


Figura 5: Ejemplo de recubrimiento con aleación a base de Al-Zn al 55 % tratado con partículas finas a base de zinc distribuidas uniformemente en una matriz a base de aluminio

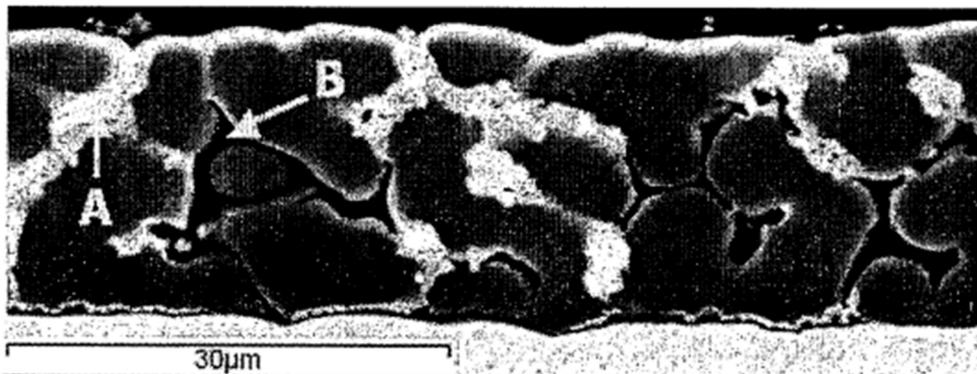


Figura 6: Ejemplo de aleación convencional a base de Al-Zn al 55 % que contiene elementos extra y partículas rugosas de Compuestos InterMetálicos que contienen Magnesio (IMC)

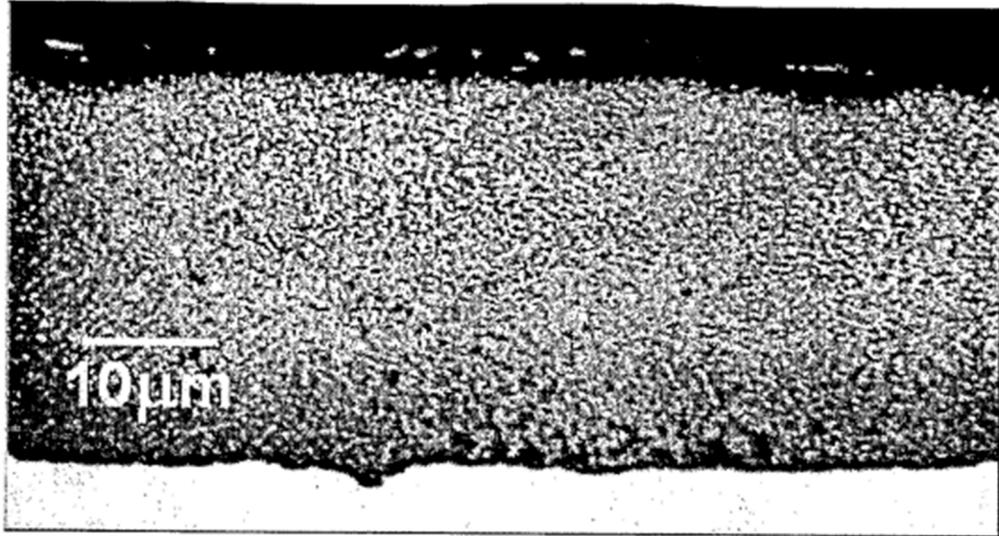


Figura 7: Ejemplo del recubrimiento tratado de la Figura 6, con una estructura muy fina de partículas dispersas uniformemente de una fase rica en zinc y compuestos intermetálicos en una matriz a base de aluminio.

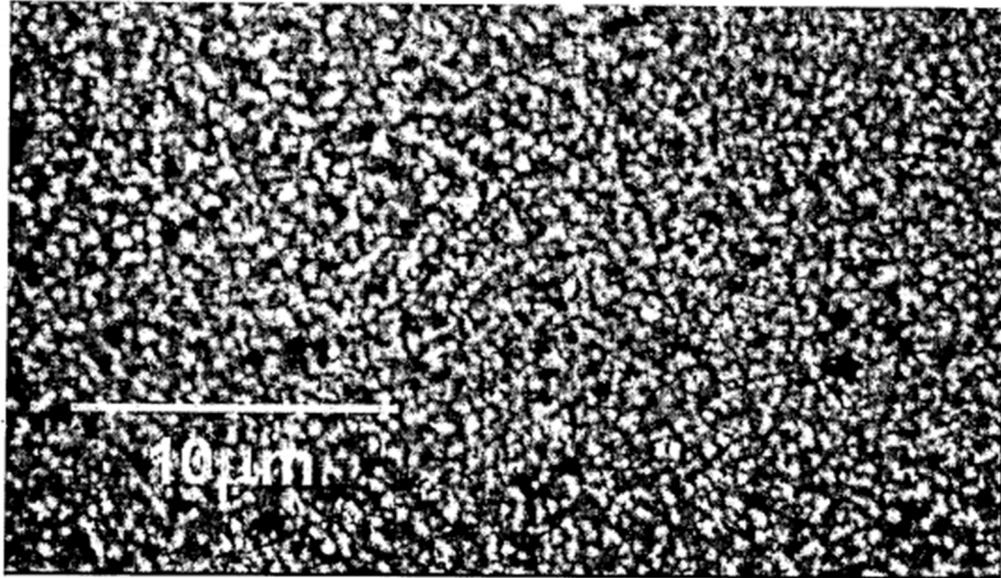


Figura 8: Ejemplo del recubrimiento tratado de la Figura 6, con una estructura muy fina de partículas dispersas uniformemente de una fase rica en zinc y compuestos intermetálicos en una matriz a base de aluminio.

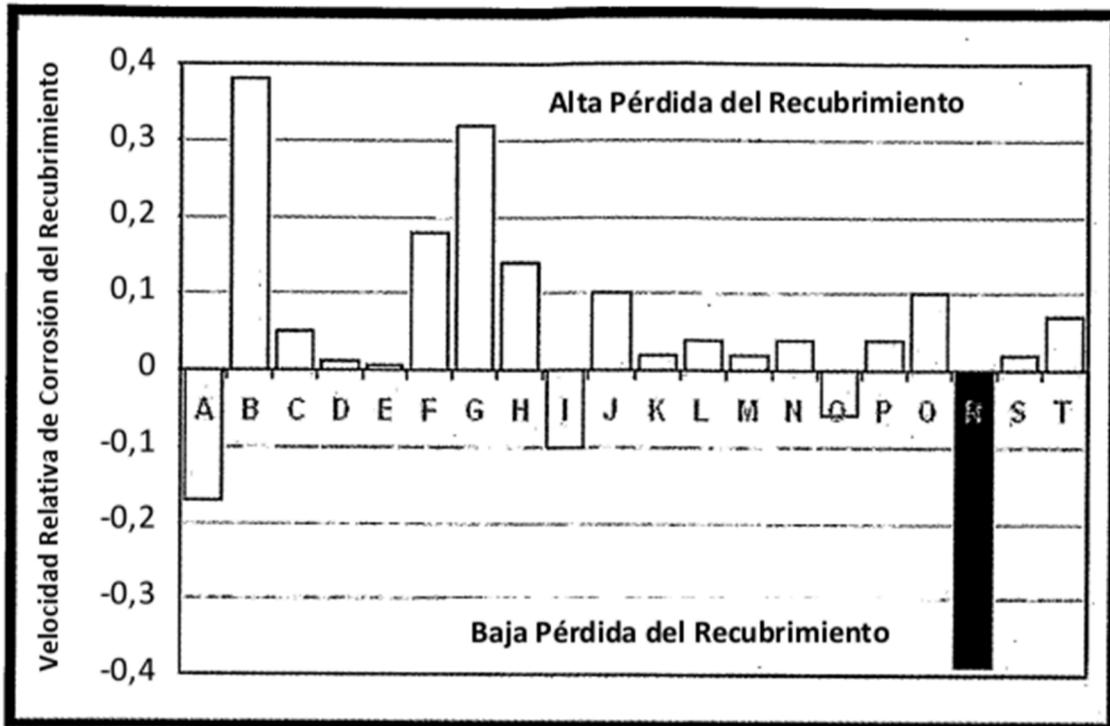
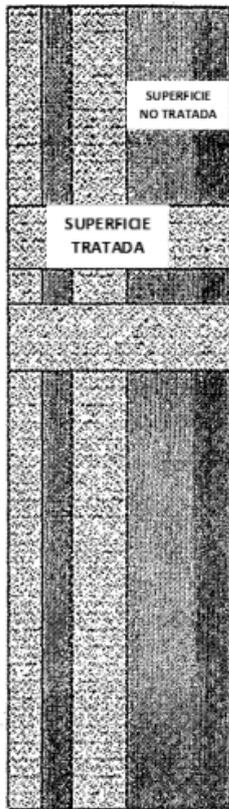


Figura 9: Impacto de la microestructura de recubrimiento refinada en el comportamiento de la corrosión comparada con otros recubrimientos de aleación y modificaciones al procedimiento.

Esquema de LT Zincalume



Mapa de Potencial Volta

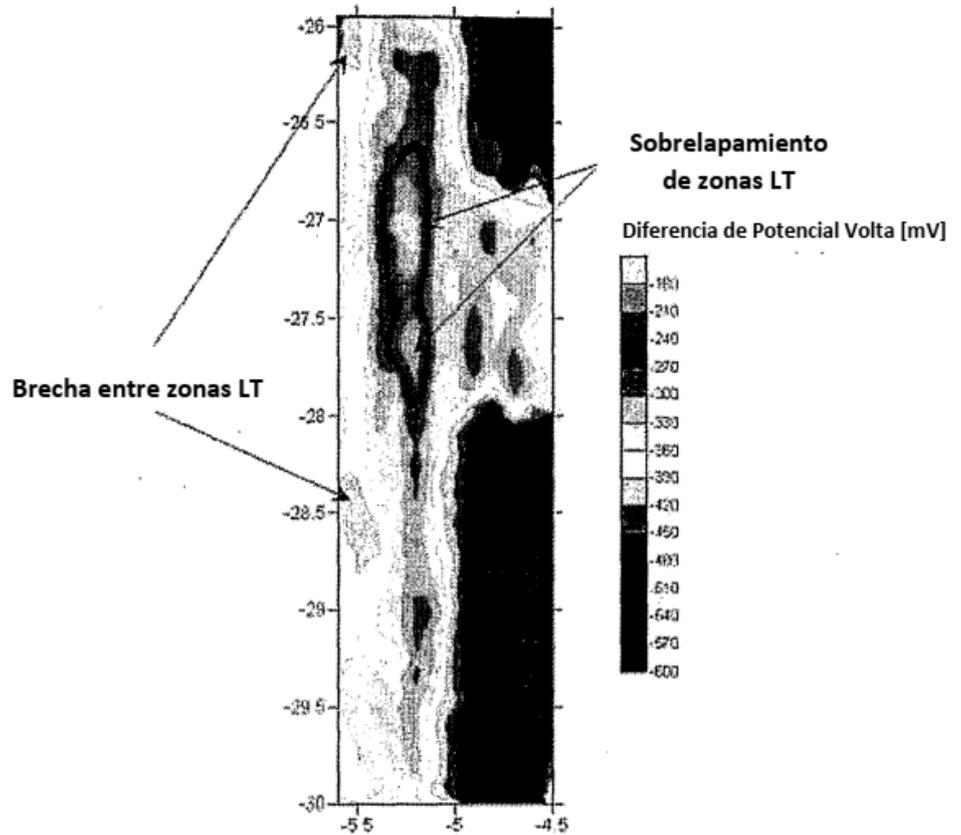


Figura 10: Incremento de la resistencia a la corrosión de un recubrimiento a base de Al-Zn al 55 % parcialmente tratado (Gráfico de Volt).