

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 460**

51 Int. Cl.:

C23C 2/04	(2006.01)
C22C 21/10	(2006.01)
C23C 2/12	(2006.01)
C22C 18/04	(2006.01)
C23C 2/06	(2006.01)
C23C 2/40	(2006.01)
C23C 2/30	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2011 PCT/AU2011/000069**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.07.2011 WO11088518**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2011 E 11734260 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 2529039**

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

30 Prioridad:

25.01.2010 AU 2010900287

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

24.10.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LOPEZ, MICHAEL ANGEL;
RENSHAW, WAYNE ANDREW;
MICALLEF, ANDREW VINCENT;
SETARGEW, NEGA y
DONALDSON, PAUL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 728 460 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 la producción de bandas, típicamente bandas de acero, que tienen un revestimiento de aleación metálica resistente a la corrosión que contiene aluminio, zinc, silicio y magnesio como elementos principales de la aleación, y en lo sucesivo se denomina "aleación de Al-Zn-Si-Mg" sobre esta base.

10 En particular, la presente invención se refiere a un método de recubrimiento con metal por inmersión en caliente, para formar un recubrimiento de aleación de Al-Zn-Si-Mg sobre una banda, que incluye sumergir una banda sin recubrir en un baño de aleación de Al-Zn-Si-Mg fundida y formar un recubrimiento de la aleación sobre la banda.

15 Más particularmente, la presente invención se refiere a minimizar la cantidad de escoria superior en el baño de recubrimiento de aleación. La escoria superior no es deseable desde el punto de vista del costo de producción y la calidad del recubrimiento, como se explica más adelante.

Habitualmente, la aleación de Al-Zn-Si-Mg de la presente invención comprende los intervalos siguientes en porcentaje en peso de los elementos Al, Zn, Si y Mg:

Al:	45 a 60%
Zn:	35 a 50%
Si:	1.2 a 2.5%
Mg	1.0 a 3.0%

20 El recubrimiento de aleación de Al-Zn-Si-Mg puede contener otros elementos que estén presentes como adiciones deliberadas a la aleación o como impurezas inevitables. Por lo tanto, la expresión "aleación de Al-Zn-Si-Mg" se entiende en este documento que cubre aleaciones que contienen otros elementos tales como adiciones deliberadas a la aleación o impurezas inevitables. Los otros elementos pueden incluir, a modo de ejemplo, uno o más de Fe, Sr, Cr y V.

25 Dependiendo de la aplicación de uso final, la banda recubierta de metal puede pintarse, por ejemplo, con una pintura polimérica, en una o ambas superficies de la banda. A este respecto, la banda recubierta de metal puede venderse como un producto final en sí misma o puede tener un recubrimiento de pintura aplicado a una o ambas superficies y venderse como un producto final pintado.

30 La presente invención se refiere particularmente, pero no exclusivamente, a la banda de acero que está recubierta con la aleación de Al-Zn-Si-Mg descrita antes y está recubierta opcionalmente con una pintura y después se moldea en frío (por ejemplo, mediante laminado) para dar un producto de uso final, como productos para la construcción (p. ej., láminas perfiladas para paredes y techos).

35 Una composición de recubrimiento metálico resistente a la corrosión que se usa ampliamente en Australia y en otros lugares para productos de la construcción, en particular láminas perfiladas para paredes y techos, es una composición de recubrimiento de Al-Zn al 55% que también contiene Si. Las láminas perfiladas se fabrican generalmente formando en frío una banda recubierta de aleación metálica pintada. Normalmente, las láminas perfiladas se fabrican por laminación de la banda pintada.

40 La adición de Mg a esta composición de recubrimiento conocida de Al-Zn-Si al 55%, ha sido propuesta en la bibliografía de patentes durante varios años; véase, por ejemplo, la patente de EE.UU. 6,635,359 a nombre de Nippon Steel Corporation, pero los recubrimientos de Al-Zn-Si-Mg sobre bandas de acero no se comercializan en Australia.

45 Se ha establecido que cuando se incluye Mg en una composición de recubrimiento de Al-Zn al 55%, el Mg produce ciertos efectos beneficiosos en el comportamiento del producto, como una mayor protección del borde de corte.

50 El documento EP 1 466 994 A describe una lámina de acero chapado y un método para fabricar la misma, en el que la capa chapada incluye de 2 a 19% de aluminio.

55 El documento WO 2008/025066 A describe un método para fabricar un recubrimiento de una aleación metálica sobre al menos una superficie de una banda de acero, en el que la aleación metálica contiene aluminio, zinc, silicio y magnesio como elementos principales y también contiene estroncio y/o calcio.

Según el documento WO 2008/025066 A, hay un límite superior a la cantidad de estroncio y/o calcio en un baño de aleación metálica fundida que contiene aleaciones de Al-Zn-Si-Mg porque existen problemas relacionados con la formación de escoria de óxido sobre la superficie del baño, fuera de la tobera de salida de un horno de tratamiento

térmico adyacente y mantener los niveles de concentración en el baño fundido, produce mayores pérdidas debido a la oxidación de los propios estroncio y calcio.

5 Para las aleaciones de Al-Zn-Si-Mg que contienen 1-5% en peso de Mg, el documento WO 2008/025066 A describe un contenido preferido de estroncio y calcio juntos en el intervalo de > 50 ppm y <100 ppm.

Otros métodos de la técnica anterior se describen en los documentos EP 1225246, JP 2009 256703, CN 101 457 320, WO 2009/111842, JP 2004 143506 y EP 1997927.

10 El solicitante ha encontrado que el metal de recubrimiento de Al-Zn al 55% fundido que contiene Mg, es susceptible a niveles elevados de generar escoria superior en comparación con el metal de recubrimiento de Al-Zn al 55% fundido que no contiene Mg.

15 Se entiende aquí que la expresión "escoria superior" incluye uno o más de los siguientes componentes en o cerca de la superficie del baño fundido:

- (a) una película de óxido sobre la superficie de un baño fundido,
- (b) gotitas de metal fundido cubiertas por una película de óxido,
- (c) burbujas de gas que tienen una película de óxido como pared de las burbujas,
- 20 (d) partículas intermetálicas que se forman en el baño de recubrimiento, que incluyen las partículas cubiertas por una película de óxido, y
- (e) combinaciones de cualesquiera dos o más de gas, metal fundido y partículas intermetálicas cubiertas por una película de óxido.

25 Los artículos (b), (c), (d) y (e) se pueden describir como resultado del arrastre de metal fundido, gas y partículas intermetálicas en la película de óxido sobre o cerca de la superficie del baño fundido.

30 Durante una prueba en línea para recubrir por inmersión en caliente una banda de acero con una aleación de Al-Zn al 55% que contiene Mg, que ha realizado el solicitante, se demostró que el nivel de escoria superior generado en el baño de recubrimiento era 6 a 8 veces mayor que la escoria superior formada en un baño de recubrimiento de una aleación de Al-Zn al 55% sin adición de Mg. Sin desear quedar limitado por el siguiente comentario, el solicitante atribuye la generación de escoria superior excesiva en aleaciones de recubrimiento fundidas que contienen Mg a la reactividad y la rápida oxidación del Mg en las aleaciones y a los cambios en las propiedades del metal líquido (para ejemplo, tensión superficial) que resulta de la adición de Mg a baños de aleación de Al-Zn al 55%. Más particularmente, el Mg tiene una mayor afinidad por el oxígeno en comparación con el Al y, por lo tanto, el Mg se oxida mucho más fácilmente que el Al. Esto es evidente a partir de la energía libre estándar de formación (ΔG°) de los óxidos, que muestra que: la fuerza conductora termodinámica para la formación de óxido es mucho mayor para el Mg que para el Al ($\Delta G^\circ_{\text{Al}_2\text{O}_3} = -934 \text{ kJ/mol}$ y $\Delta G^\circ_{\text{MgO}} = -1015 \text{ kJ/mol}$ a una temperatura de funcionamiento del baño de 600 °C). Además, la turbulencia en la superficie de la masa fundida mejora tanto la oxidación del metal fundido en el baño como el arrastre de la película de óxido en el baño de recubrimiento. El arrastre de la película de óxido en el baño de recubrimiento da como resultado el arrastre de metal fundido, gas y partículas intermetálicas en la película de óxido en el baño fundido y la consecuente formación de los componentes de la escoria descritos en los puntos (b), (c), (d), y (e) previamente. Esta escoria superior tiene fracciones de alto volumen de huecos, vetitas de óxido y partículas intermetálicas de escoria arrastradas en la escoria superior.

45 La cantidad de escoria superior generada tiene un impacto significativo en el costo de producción del acero recubierto con aleación de Al-Zn al 55% que contiene Mg. La escoria superior debe eliminarse periódicamente de la superficie del baño para evitar defectos en la superficie de la banda de acero recubierta. La eliminación de la escoria superior representa un costo para el productor de la banda de acero recubierta debido al costo del proceso de remoción y al costo de la eliminación o el reciclaje de la escoria superior. La reducción de la generación de escoria superior brinda la oportunidad de reducir significativamente el costo de producción.

Además, la reducción de la escoria superior también brinda la oportunidad de mejorar la calidad de la superficie de la banda recubierta al reducir el arrastre de las vetitas de óxido y de las partículas suspendidas de la escoria.

55 La discusión anterior no debe tomarse como una admisión del conocimiento general común en Australia y en otros lugares.

60 El solicitante ha podido reducir los niveles de escoria superior en baños de aleación de Al-Zn-Si-Mg fundidos mediante la adición a los baño fundidos de (a) Ca, (b) Sr y (c) Ca y Sr, y la reducción en los niveles de escoria superior ha llevado a beneficios en términos de costos de producción y calidad del producto. La adición de estos elementos se denomina en lo sucesivo como adición de "Ca y/o Sr". Se observa que la referencia anterior a la adición de Ca y Sr no pretende indicar que el Ca se agrega antes que el Sr. La presente invención se extiende a situaciones en las que el Ca y el Sr se agregan al mismo tiempo o en diferentes momentos a los baños fundidos.

- 5 El solicitante encontró que esta reducción en la generación de escoria superior en baños de aleación de Al-Zn-Si-Mg fundidos mediante la adición de Ca y/o Sr a los baños, se debe a cambios en el arrastre de gas, metal fundido y partículas intermetálicas en películas de óxido en escoria superior de los baños, que resultan de (a) cambios en la tensión superficial aparente en la interfaz de metal líquido/óxido como resultado de la adición de Ca y/o Sr y (b) cambios en la naturaleza de la película de óxido como resultado de la adición de Ca y/o Sr. Los cambios en la naturaleza de la película de óxido reducen el nivel de las vetitas de óxido formadas, lo que a su vez ayuda a una reducción general del arrastre de gotas de líquido.
- 10 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para preparar un recubrimiento de aleación de Al-Zn-Si-Mg sobre una banda como se define en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas del método se definen en las reivindicaciones 2 a 9.
- Se observa que todas las referencias a ppm en esta memoria descriptiva son referencias a ppm en peso.
- 15 Se observa que la referencia a cantidades de elementos tales como Ca y Sr como parte de la composición de un baño fundido, se entiende en este documento como referencias a las concentraciones de los elementos en la capa de metal fundido del baño, en oposición a la capa de escoria superior del baño. La razón de esto es que es una práctica estándar del solicitante medir las concentraciones del baño en las capas de metal fundido de los baños fundidos.
- 20 También se observa que el solicitante encontró que el Ca y el Sr tienden a segregarse a la capa de escoria superior de los baños fundidos y, como consecuencia, la capa de escoria superior se enriquece en Ca y Sr en comparación con la capa de metal. Específicamente, si hay un "x" % en peso de Ca o Sr en la capa de metal fundido de un baño fundido, habrá una mayor concentración del elemento en la capa de escoria superior del baño. Por ejemplo, el solicitante encontró en un trabajo de laboratorio, que en un baño con una composición de baño nominal de 90 ppm de Ca, el contenido de Ca de la capa de escoria superior aumentaba a 100 ppm de Ca. De manera similar, el solicitante encontró que en un baño con una composición nominal de 400 ppm de Ca, la capa de escoria superior se enriquecía sustancialmente a 600 ppm. También se observaron enriquecimientos similares para Sr en el trabajo de laboratorio. Por ejemplo, en un baño con una composición nominal de 500 ppm de Sr, después de 3 horas de procesamiento, la capa de escoria superior se enriqueció en Sr a 700 ppm. Y en un baño con una composición nominal de 750 ppm de Sr, después de 3 horas de procesamiento, la capa de escoria superior se enriqueció a 1100 ppm de Sr. En la práctica, esto significa que, si se requiere que haya "x" % en peso de Ca o Sr en la capa de metal fundido de un baño fundido, será necesario agregar una cantidad de Ca o Sr que sea mayor que "x" % en peso en el baño total para compensar la mayor concentración de Ca o Sr que segregará a la capa de escoria superior.
- 30 La composición del baño puede incluir más de 200 ppm de Ca.
- 35 La composición del baño incluye menos de 500 ppm de Ca.
- 40 El Ca puede añadirse al baño según se requiera. Podría ser mediante adiciones específicas de compuestos de Ca de forma continua o periódica. También podría ser a través de la inclusión de Ca en lingotes de Al y/o Zn que se proporcionan como materiales de alimentación para el baño.
- 45 El método puede incluir controlar la composición del baño para minimizar la capa de escoria superior en el baño fundido mediante la inclusión de Sr en la composición del baño.
- La composición del baño puede incluir más de 100 ppm de Sr.
- La composición del baño puede incluir más de 150 ppm de Sr.
- 50 La composición del baño puede incluir más de 200 ppm de Sr.
- La composición del baño puede incluir menos de 1250 ppm de Sr.
- 55 La composición del baño puede incluir menos de 1000 ppm de Sr.
- El Sr puede añadirse al baño según se requiera. Podría ser mediante adiciones específicas de compuestos de Sr de forma continua o periódica. También podría ser a través de la inclusión de Sr en lingotes de Al y/o Zn que se proporcionan como materiales de alimentación para el baño.
- 60 El método puede incluir controlar la composición del baño para minimizar la capa de escoria superior en el baño fundido, mediante la inclusión de Ca y Sr en la composición del baño.
- Las cantidades de Ca y Sr en la composición pueden ser las descritas antes, con ajustes a las cantidades de cada elemento para compensar el efecto de una adición del otro elemento en la capa de escoria superior.

El método puede incluir controlar la composición del baño para minimizar la capa de escoria superior del baño fundido, mediante inclusión de elementos de tierras raras como itrio y una combinación de tierras raras Ca y/o Sr en la composición del baño.

5

El método puede incluir controlar la composición del baño para minimizar la capa de escoria superior en el baño, controlando periódicamente la concentración de uno o más de Ca, Sr y elementos de tierras raras que están en el baño, y agregando Ca, Sr y elementos de tierras raras según sea necesario para mantener la composición del baño para el elemento o los elementos.

10

En una situación en la que Ca, Sr y los elementos de tierras raras forman parte de los lingotes de otros elementos que están en la composición del baño, el método puede incluir elegir uno o más de los tamaños de los lingotes, el tiempo de la adición de los lingotes y la secuencia de la adición de los lingotes para mantener la concentración de Ca, Sr y los elementos de tierras raras sustancialmente constante o dentro de un intervalo preferido de + o - 10% para los elementos.

15

La aleación de Al-Zn-Si-Mg puede contener más de 1.0% en peso de Mg.

La aleación de Al-Zn-Si-Mg puede contener más de 1.3% en peso de Mg.

20

La aleación de Al-Zn-Si-Mg puede contener más de 1.5% en peso de Mg.

La aleación de Al-Zn-Si-Mg puede contener menos de 3% en peso de Mg.

25

La aleación de Al-Zn-Si-Mg puede contener más de 2.5% en peso de Mg.

La aleación de Al-Zn-Si-Mg puede contener más de 1.2% en peso de Si.

30

De acuerdo con la presente invención también se proporciona un recubrimiento de aleación de Al-Zn-Si-Mg sobre una banda, producido por el método descrito antes.

La presente invención se describe adicionalmente, a modo de ejemplo, con referencia a las figuras adjuntas de las cuales:

35

La figura 1 es un dibujo esquemático de una realización de una línea de producción continua para producir bandas de acero recubiertas con una aleación de Al-Zn-Si-Mg de acuerdo con el método de la presente invención;

La figura 2 es un gráfico de la masa de escoria en función del tiempo para baños de aleación de Al-Zn-Si fundidos con y sin Mg y con y sin Ca en experimentos de generación de escoria realizados por el solicitante;

La figura 3 es un gráfico de la masa de escoria en función del tiempo para baños de aleación de Al-Zn-Si fundidos con y sin Mg y con y sin Sr en experimentos de generación de escoria realizados por el solicitante;

40

La figura 4 presenta los resultados seleccionados del trabajo experimental resumido en las figuras 2 y 3 que destaca el impacto del Ca y el Sr en la generación de escoria superior;

La figura 5 es un gráfico de la masa de escoria en función del Ca en baños de aleación de Al-Zn-Si-Mg después de tiempos de proceso de 1 y 3 horas; y

45

La figura 6 es una gráfica de la masa de escoria generada en función del tiempo durante el transcurso de una prueba en línea realizada por el solicitante.

Con referencia a la figura 1, en uso, las bobinas de la banda de acero laminada en frío se desenrollan en una estación de desenrollado 1 y las longitudes sucesivas desenrolladas de la banda se sueldan extremo con extremo mediante un soldador 2 y forman una longitud continua de la banda.

50

La banda se pasa después sucesivamente a través de un acumulador 3, una sección de limpieza de bandas 4 y un conjunto de hornos 5. El conjunto de hornos 5 incluye un precalentador, un horno de reducción de precalentamiento y un horno de reducción.

55

La banda se trata térmicamente en el conjunto de hornos 5 mediante un control cuidadoso de las variables del proceso, que incluyen: (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 la banda en los hornos (es decir, la velocidad de la línea).

60

Las variables del proceso en el conjunto de hornos 5 se controlan de manera que se eliminan los residuos de óxido de hierro de la superficie de la banda y se eliminan los aceites residuales y los finos de hierro de la superficie de la banda.

La banda tratada térmicamente se pasa después a través de una tobera de salida hacia abajo y a través de un baño fundido que contiene una aleación de Al-Zn-Si-Mg mantenida en un recipiente de recubrimiento 6 y se recubre con una

aleación de Al-Zn-Si-Mg. La aleación de Al-Zn-Si-Mg se mantiene fundida en el recipiente de recubrimiento mediante el uso de inductores de calentamiento (no se muestran). Dentro del baño, la banda pasa alrededor de un rodillo pote y se saca hacia arriba del baño. Ambas superficies de la banda se recubren con la aleación de Al-Zn-Si-Mg a medida que esta pasa a través del baño.

5

Después de dejar el baño de recubrimiento 6, la banda pasa verticalmente a través de una estación de limpieza de gas (no se muestra) en la que sus superficies recubiertas se someten a chorros de gas de limpieza para controlar el espesor del recubrimiento.

10

La banda recubierta se pasa después a través de una sección de enfriamiento 7 y se somete a enfriamiento forzado.

La banda recubierta enfriada se pasa luego a través de una sección de laminación 8 que acondiciona la superficie de la banda recubierta.

15

La banda recubierta se enrolla después en una estación de bobinado 10.

Como se indicó antes, el solicitante encontró que los baños de revestimiento de aleación de Al-Zn-Si-Mg generan cantidades sustancialmente mayores de escoria superior en los baños, que en el caso de los baños de aleación de Al-Zn al 55% convencionales en las líneas de recubrimiento del solicitante.

20

Como se discutió antes, el solicitante llevó a cabo varios experimentos de laboratorio y ensayos en línea para determinar si es posible reducir la cantidad de escoria generada en un baño de aleación de Al-Zn-Si-Mg. Como se discutió previamente, el solicitante encontró que era posible reducir significativamente el nivel de escoria superior mediante la adición de Ca o Sr a las aleaciones de Al-Zn-Si-Mg en baños de recubrimiento.

25

Los resultados experimentales sobre el efecto de las adiciones de Ca y Sr a los baños de recubrimiento respecto al nivel de generación de escoria superior en los baños de recubrimiento de aleación de Al-Zn-Si-Mg se resumen en las figuras 2 a 5.

30

El trabajo experimental se llevó a cabo en las siguientes composiciones de aleación, en porcentaje en peso para (a) una aleación de Al-Zn (denominada "AZ" en las figuras) y (b) una aleación de Al-Zn-Mg (denominada "MAZ" en las figuras) y (c) estas aleaciones AZ y MAZ más partes por millón (ppm) de adiciones de Ca y Sr a estas composiciones:

AZ: 55 de Al-43 de Zn-1.5 de Si-0.5 de Fe

35

MAZ: 53 de Al-43 de Zn-2 de Mg-1.5 de Si-0.5 de Fe

MAZ + 236 ppm de Ca.

MAZ + 90 ppm de Ca.

MAZ + 400 ppm de Ca.

MAZ + 500 ppm de Sr.

40

MAZ + 750 ppm de Sr.

MAZ + 800 ppm de Sr.

Se observa que las concentraciones de Ca y Sr son las concentraciones de estos elementos en las partes metálicas de los baños fundidos.

45

En el trabajo experimental se simuló la generación de escoria superior empleando un horno de fusión de laboratorio y un agitador mecánico aéreo. El dispositivo de laboratorio constó de los siguientes componentes:

Un horno de fusión con crisol de arcilla-grafito.

50

Un agitador mecánico aéreo de velocidad variable con soporte.

Una copa colectora de escoria maquinada de cerámica de nitruro de boro sinterizado de alta densidad y con una serie de orificios de drenaje en la parte inferior de la copa y una serie de mangos verticales para permitir que la copa se posicione y se retire del crisol.

Un eje de impulsor de acero inoxidable.

55

Un impulsor maquinado de cerámica de nitruro de boro sinterizado de alta densidad.

La copa colectora de escoria y el impulsor se fabricaron de un material para alta temperatura que no humedece las aleaciones AZ y MAZ fundidas. La cerámica de nitruro de boro sinterizado de estos componentes proporcionó excelentes características de no humectación y estabilidad a alta temperatura en el baño de recubrimiento.

60

Para cada experimento, se fabricaron 15 kg de la aleación de recubrimiento de una composición requerida en el crisol y se mantuvieron a la temperatura de proceso de 600 °C. La copa colectora de escoria se insertó después en el baño fundido y se retuvo en el baño hasta que la temperatura de fusión alcanzó la temperatura del proceso. Después, el conjunto del eje y el impulsor se introdujo en el baño hasta que el impulsor apenas tocó la superficie de la masa

fundida. El motor del agitador se encendió y la velocidad de agitación se ajustó a 60 rpm. Esta configuración experimental dio como resultado el cizallamiento de la superficie del baño sin crear un vórtice, de modo que en cada revolución del impulsor una nueva masa fundida se expusiera continuamente al aire para generar escoria. La escoria generada se empujó hacia el lado del crisol y se acumuló en el lado del crisol. Al final de cada experimento, la escoria acumulada se eliminó del crisol, levantando la copa colectora de escoria desde el crisol y permitiendo que el exceso de metal del baño arrastrado drenara hacia el crisol a través de los orificios de la copa colectora de escoria. Lo que quedó en la copa recolectora de escoria consistía en el metal del baño arrastrado y las partículas intermetálicas de escoria cubiertas con una película de óxido. Este material retenido fue la escoria superior generada en cada experimento.

Los experimentos se realizaron durante 0,5, 1,2 y 3 h.

Después de cada experimento la escoria recogida se retiró y se pesó, y los resultados se grafican como se muestra en las figuras 2 a 5.

Las figuras 2 a 4 son gráficas de la masa de escoria en función del tiempo para los baños de aleación fundidos; los resultados de la figura 2 se enfocan en los resultados para las aleaciones de Ca, los resultados de la figura 3 se enfocan en los resultados de las aleaciones de Sr y los resultados de la figura 4 resaltan los resultados seleccionados para Ca y Sr de las figuras 2 y 3.

La figura 5 es un gráfico de la masa de escoria en función del contenido de Ca en baños de aleación fundidos después de tiempos de proceso de 1 y 3 horas.

Las figuras 2 a 5 muestran claramente que el nivel de escoria superior generado en un baño de aleación de Al-Zn-Si-Mg puede ser significativamente reducido mediante adiciones de Ca o Sr a baños de recubrimiento de aleación MAZ. Más particularmente, las figuras 2 a 5 muestran que:

- (a) los baños de recubrimiento de aleación MAZ generan cantidades significativamente mayores de escoria superior que los baños de recubrimiento de aleación AZ, y
- (b) la cantidad de escoria superior disminuye significativamente al incrementar las cantidades de Ca y Sr en las aleaciones MAZ.

Los resultados que se muestran en las figuras 2 a 5 se confirmaron posteriormente para Ca en una prueba en línea llevada a cabo durante aproximadamente 2 semanas. La prueba en línea se llevó a cabo en la aleación AZ mencionada previamente, a la cual se le agregaron Mg y Ca en diferentes momentos durante el transcurso de la prueba en línea. La figura 6 muestra la escoria recogida durante la prueba en línea y que los resultados son compatibles con lo observado en el trabajo de laboratorio. En particular, la figura 6 muestra que hubo un aumento sustancial en la cantidad de escoria generada en el baño fundido con la adición de Mg al baño y una disminución sustancial en la cantidad de escoria como consecuencia de la adición de Ca al baño.

Como se indicó antes, el solicitante atribuye la reducción en el nivel de escoria a la reducción en el arrastre de metal fundido, gas y partículas intermetálicas en la película de óxido del baño fundido (es decir en la capa de escoria superior del baño) resultante de (a) cambios en la tensión superficial aparente en la interfase metal líquido/óxido como resultado de las adiciones de Ca y Sr y (b) cambios en la naturaleza de la película de óxido como resultado de las adiciones de Ca y Sr. Los cambios en la naturaleza de la película de óxido redujeron el nivel de las vetitas de óxido formadas, lo que a su vez ayuda a una reducción general del arrastre de gotas de líquido. Los cambios en el arrastre conducen a reducciones en el nivel de generación de escoria superior en aleaciones de Al-Zn-Si-Mg fundidas.

Ca y Sr son ejemplos de elementos que se pueden añadir a un baño fundido de una aleación de Al-Zn-Si-Mg para reducir el arrastre de metal fundido, gas y partículas intermetálicas en la película de óxido del baño y por lo tanto reducir el nivel de escoria en el baño. Otras adiciones al baño incluyen, a modo de ejemplo, combinaciones de tierras raras, como itrio, y calcio/estroncio.

En la práctica, el Ca y el Sr pueden añadirse al baño según se requiera. Podría ser mediante adiciones específicas de compuestos de Ca y Sr de forma continua o periódica. También podría ser a través de la inclusión de Ca y/o en lingotes de Al y/o Zn que se proporcionan como materiales de alimentación para el baño.

REIVINDICACIONES

5 **1.** Un método de fabricación de un recubrimiento de aleación de Al-Zn-Si-Mg sobre una banda, que incluye la inmersión de la banda en un baño de aleación de Al-Zn-Si-Mg fundido y formar un recubrimiento de la aleación sobre la banda, donde la aleación contiene los siguientes intervalos en porcentaje en peso de los elementos Al, Zn, Si y Mg:

Al:	45 a 60%
Zn:	35 a 50%
Si:	1.2 a 2.5%
Mg	1.0 a 3.0%;

el baño tiene una capa de metal fundido y una capa de escoria superior sobre la capa metálica;

10 **que se caracteriza porque** el método incluye controlar las condiciones del baño fundido para minimizar la capa de escoria superior en el baño fundido mediante el control de la composición del baño de modo de incluir Ca en una cantidad mayor de 150 ppm y menor de 500 ppm y mediante la inclusión de Sr en la composición del baño.

15 **2.** El método definido en la reivindicación 1 que incluye controlar la composición del baño de modo de incluir más de 200 ppm de Ca.

3. El método definido en la reivindicación 1 que incluye controlar la composición del baño de modo de incluir más de 100 ppm de Sr.

20 **4.** El método definido en la reivindicación 1 que incluye controlar la composición del baño de modo de incluir más de 200 ppm de Sr.

5. El método definido en la reivindicación 1 o la reivindicación 4 que incluye controlar la composición del baño de modo de incluir menos de 1250 ppm de Sr.

25 **6.** El método definido en cualquiera de las reivindicaciones precedentes que incluye controlar la composición del baño para minimizar la capa de escoria superior en el baño fundido mediante la inclusión de elementos de tierras raras como itrio.

30 **7.** El método definido en cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde la aleación de Al-Zn-Si-Mg contiene más de 0.3% en peso de Mg.

8. El método definido en cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde la aleación de Al-Zn-Si-Mg contiene más de 1.0% en peso de Mg.

35 **9.** El método definido en cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde la aleación de Al-Zn-Si-Mg contiene menos de 3% en peso de Mg.

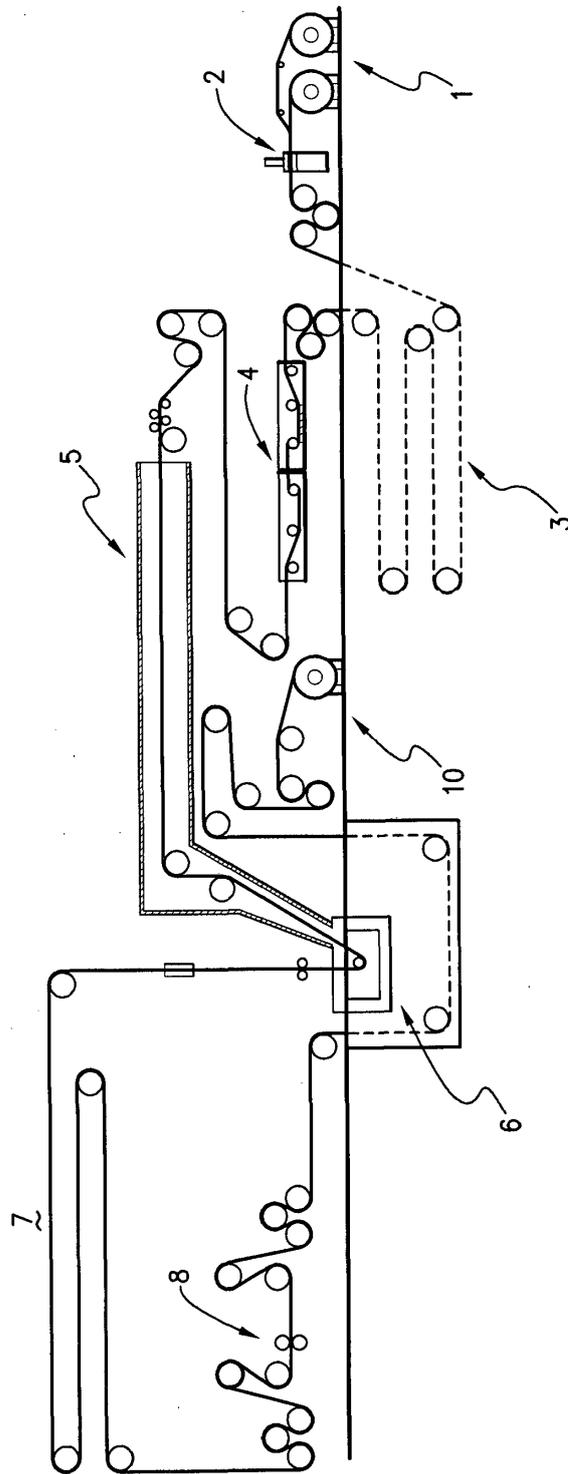


FIG. 1

FIG. 2

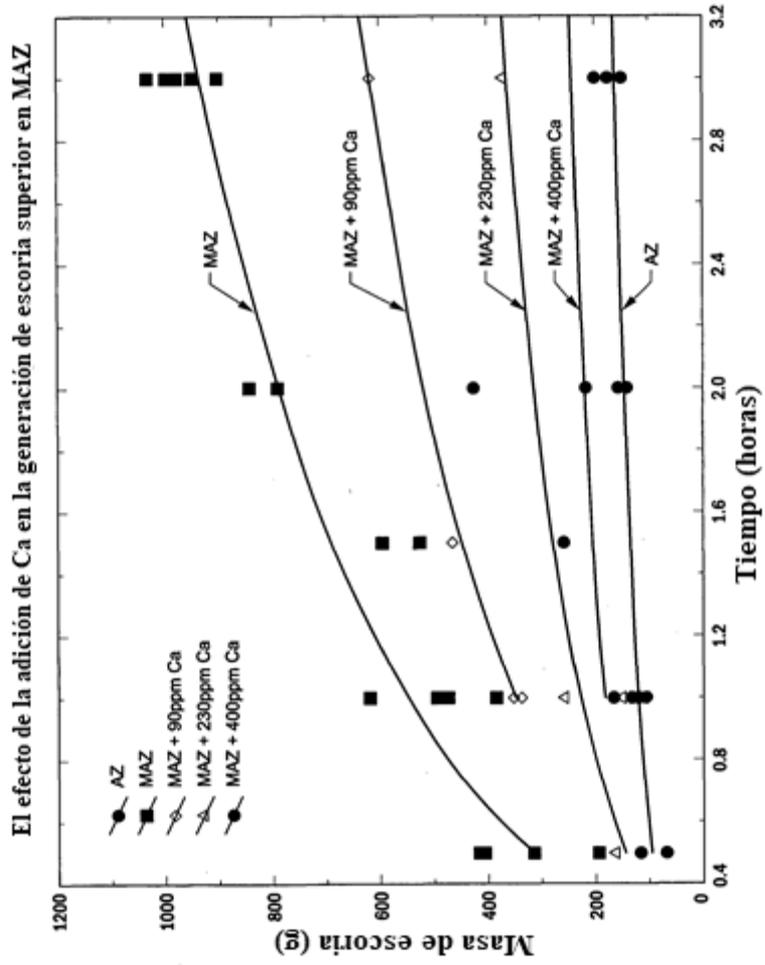


FIG. 3

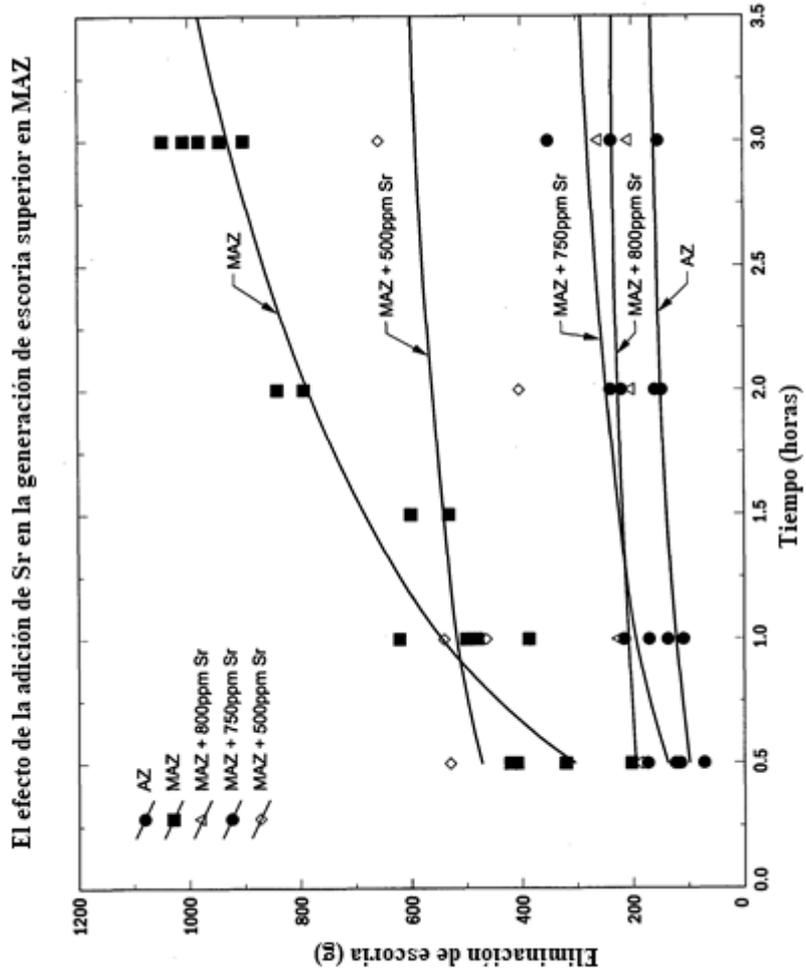


FIG. 4

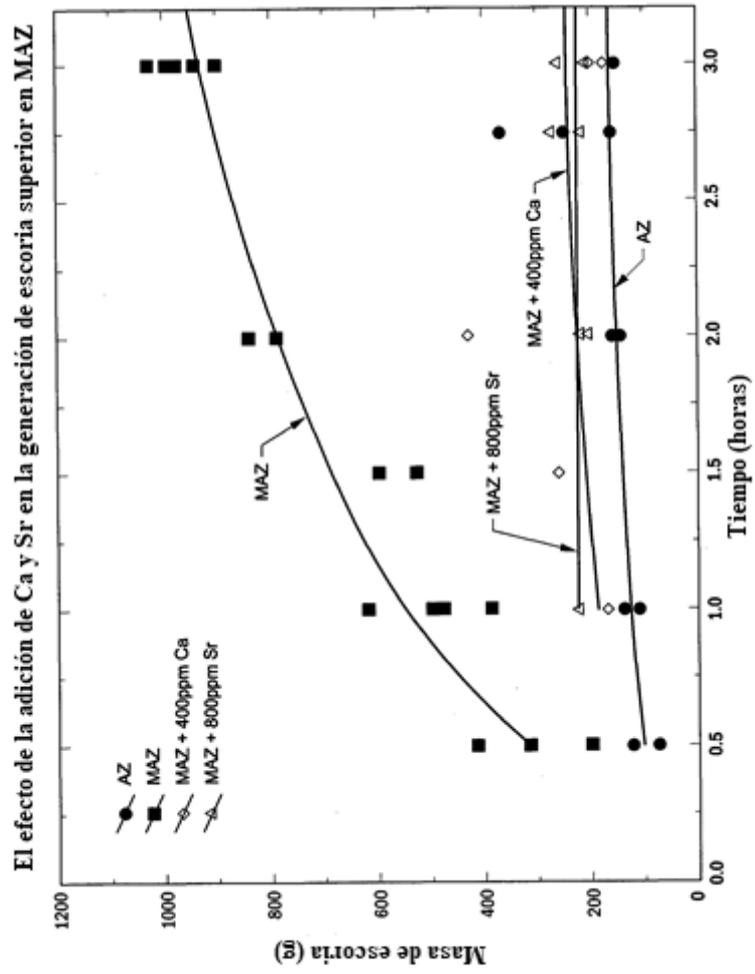


FIG. 5

El efecto del contenido de Ca en la generación de escoria superior para tiempos de proceso de 1 y 3

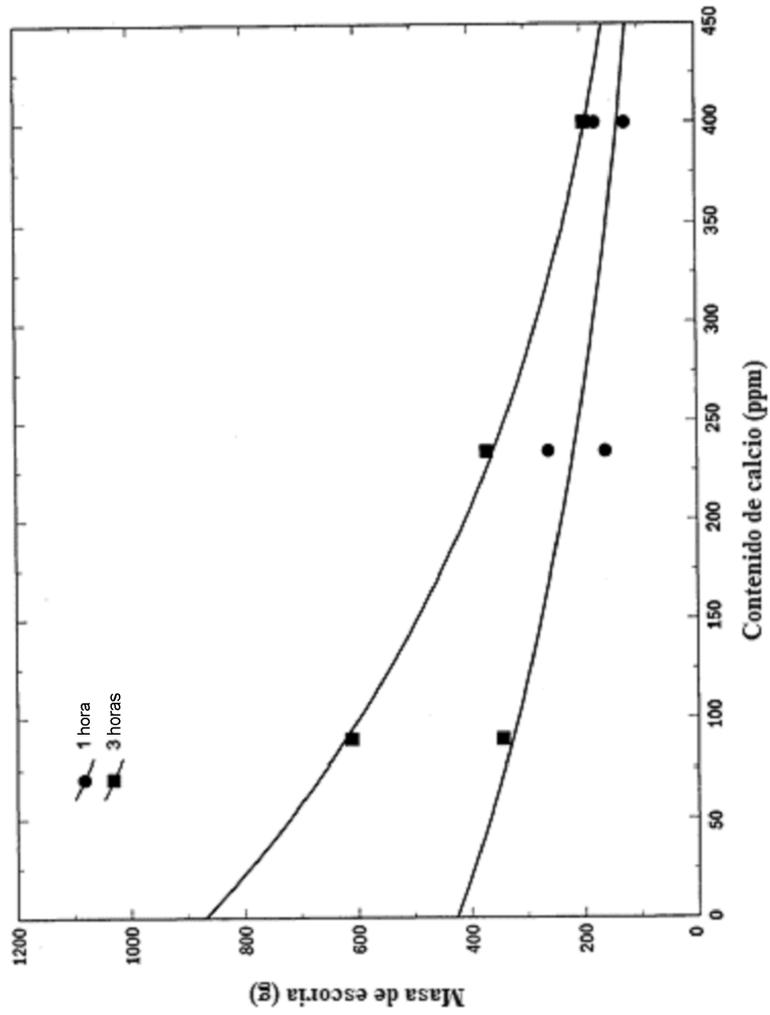


FIG. 6

