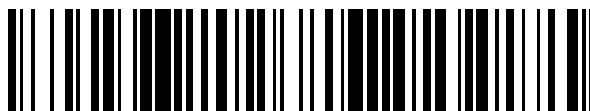


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 045**

51 Int. Cl.:

C23C 2/06 (2006.01)

C23C 2/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2013 PCT/IB2013/061222**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15092493**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2013 E 13826634 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **29.12.2021 EP 3084031**

54 Título: **Procedimiento de producción de una chapa con revestimiento ZnAlMg con un escurrimiento optimizado y chapa correspondiente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente modificada:
29.04.2022

73 Titular/es:
ARCELORMITTAL (100.0%)
24-26 Boulevard d'Avranches
1160 Luxembourg, LU

72 Inventor/es:
MATAIGNE, JEAN-MICHEL

74 Agente/Representante:
PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 676 045 T5

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de producción de una chapa con revestimiento ZnAlMg con un escurrimiento optimizado y chapa correspondiente

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento de producción de una chapa que comprende un sustrato de acero del cual al menos una cara está revestida por un revestimiento metálico que comprende Al y Mg, siendo el resto del revestimiento metálico Zn, impurezas inevitables y eventualmente uno o varios elementos adicionales seleccionados entre Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Zr o Bi, siendo el contenido en peso de cada elemento adicional en el revestimiento metálico inferior al 0,3 %, teniendo el revestimiento metálico un contenido en peso de Al comprendido entre el 0,5 y el 8 % y un contenido en peso de Mg comprendido entre el 0,3 y el 3,3 %, comprendiendo el procedimiento al menos etapas de:

- suministro del sustrato,
- depósito de un revestimiento metálico sobre al menos una cara por inmersión del sustrato en un baño para obtener la chapa,
- escurrimiento del revestimiento metálico por al menos una boquilla que proyecta por al menos una salida un gas de escurrimiento sobre el revestimiento metálico, desplazándose la chapa delante de la boquilla, siendo el gas de escurrimiento expulsado de la boquilla a lo largo de una dirección principal de expulsión, una caja de confinamiento que delimita una zona confinada al menos aguas abajo de la zona de impacto del gas de escurrimiento sobre la chapa,
- solidificación del revestimiento metálico.

[0002] Una chapa de este tipo está destinada más particularmente a la fabricación de piezas de carrocería para un vehículo terrestre motorizado tal como un vehículo automóvil.

[0003] La chapa se recorta y se deforma a continuación para producir piezas que se ensamblan para formar la carrocería o caja.

[0004] Esta caja se reviste a continuación con una película de pintura (o sistema de pintura), el cual garantiza un buen aspecto superficial y participa, con el revestimiento metálico a base de zinc, en la protección contra la corrosión.

[0005] Algunas de estas chapas pueden presentar defectos visibles a simple vista antes de su pintado.

[0006] Estos defectos consisten en una alternancia de zonas mates y brillantes en la superficie exterior de los revestimientos metálicos. Estas zonas se alternan a lo largo de la dirección longitudinal de las chapas, es decir, la que corresponde al sentido de desplazamiento de las chapas durante su procedimiento de producción.

[0007] Las zonas mates tienen generalmente una longitud doble de la de las zonas brillantes.

[0008] Incluso aunque las exigencias de los constructores de automóviles sean satisfechas después del pintado, estos defectos visibles a simple vista tienen un impacto negativo sobre la percepción que tienen los constructores de automóviles de la calidad de las chapas.

[0009] Además, estos defectos son aún más problemáticos para las aplicaciones donde las chapas no se pintan.

[0010] Un objetivo de la invención es, por lo tanto, proporcionar un procedimiento de producción de una chapa, que comprende un sustrato del que al menos una cara se ha revestido o sumergido mediante un revestimiento metálico a base de zinc y que comprende entre el 0,5 y el 8 % en peso de Al y entre 0,5 y el 3,3 % en peso de Mg, teniendo la superficie exterior del revestimiento metálico un aspecto estético mejorado.

[0011] A tal efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

[0012] El procedimiento también puede comprender las características de las reivindicaciones 2 a 9, tomadas de forma aislada o en combinación.

[0013] La invención se ilustrará mediante ejemplos dados a título indicativo, y no limitante, y en referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 es una vista esquemática en corte que ilustra la estructura de una chapa obtenida por el procedimiento de la invención,
- la figura 2 es una vista esquemática de la chapa que ilustra un crisol y boquillas de escurrimiento para realizar la chapa de la figura 1,
- la figura 3 es una vista parcial, esquemática y agrandada de la parte rodeada por un círculo III de la figura 2,

- la figura 4 es una vista esquemática tomada según la flecha IV de la figura 3, y que ilustra la forma de la salida de la boquilla de la figura 3, y
- la figura 5 es un cliché de la chapa que presenta los defectos mencionados anteriormente.

5 **[0014]** La chapa 1 de la figura 1 comprende un sustrato 3 de acero recubierto en cada una de sus dos caras 5 por un revestimiento metálico 7.

[0015] Se observará que los grosores relativos del sustrato 3 y de las diferentes capas que lo recubren no se han respetado en la figura 1 para facilitar la representación.

10 **[0016]** Los revestimientos 7 presentes en las dos caras 5 son análogos y, en lo sucesivo, solamente se describirá uno. Como variante (no representada), solamente una de las caras 5 presenta un revestimiento 7.

15 **[0017]** El revestimiento 7 tiene generalmente un grosor inferior o igual a 25 μm y pretende proteger el sustrato 3 contra la corrosión.

[0018] El revestimiento 7 comprende zinc, aluminio y magnesio.

20 **[0019]** El contenido en peso de aluminio del revestimiento metálico 7 está comprendido entre el 0,5 y el 8 %, preferentemente entre el 4,4 y el 5,6 %, más preferentemente entre el 0,5 y el 4,5 %, más preferentemente entre el 0,5 y el 3,9 %, más preferentemente entre el 1,0 y el 3,9 %, más preferentemente entre el 1,5 y el 3,9 %, y más preferentemente el 2 y el 3,9 %. El contenido en peso de magnesio del revestimiento metálico 7 está comprendido entre el 0,3 y el 3,3 %, preferentemente entre el 0,3 y el 1,5 %, más preferentemente entre el 0,3 y el 0,7 %, más preferentemente entre el 0,5 y el 3,3 %, más preferentemente entre el 1,0 y el 3,3 %, más preferentemente entre el 1,5 y el 3,3 %, más preferentemente entre el 2 y el 3,3 %, y más preferentemente entre el 2,5 y el 3,3 %.

[0020] Estos contenidos corresponden a los del baño utilizado para producir el revestimiento 7 y que se describirá posteriormente.

30 **[0021]** Estos contenidos son los que pueden medirse en la superficie y en la masa del revestimiento metálico 7, por ejemplo, por espectrometría de descarga luminiscente. Estos contenidos no tienen en cuenta la composición de la interfase entre el revestimiento 7 y el sustrato 3 donde la formación de intermetálicos conduce a un aumento local del contenido de aluminio.

35 **[0022]** De este modo, para medir los contenidos de acuerdo con el presente documento, no es preciso utilizar una técnica por disolución química que conduciría a la disolución simultánea del revestimiento metálico 7 y de estos intermetálicos y, por lo tanto, a una sobreestimación del contenido en peso de aluminio del orden del 0,05 al 0,5 % en función del espesor del revestimiento metálico 7.

40 **[0023]** Para realizar la chapa 1, se puede, por ejemplo, proceder de la siguiente manera.

[0024] Se utiliza un sustrato 3 en forma de una banda obtenida, por ejemplo, por laminado en caliente y después en frío.

45 **[0025]** Preferentemente, para el laminado en frío, se comienza por laminar en frío el sustrato 3 con una tasa de reducción generalmente comprendida entre el 60 y el 85 %, para obtener un sustrato 3 de espesor comprendido por ejemplo entre 0,2 y 2 mm.

50 **[0026]** El sustrato 3 laminado en frío puede someterse a continuación a un recocido realizado de manera convencional en un horno de recocido en atmósfera reductora, con la intención de recrystalizarlo después del batido en frío al que se ha sometido durante la operación de laminado en frío.

[0027] El recocido de recrystalización permite, además, activar las caras 5 del sustrato 3 para favorecer las reacciones químicas necesarias para la operación posterior de inmersión.

55 **[0028]** De acuerdo con la clase del acero, el recocido de recrystalización se efectúa a una temperatura comprendida entre 650 y 900 °C durante un tiempo necesario para la recrystalización del acero y para la activación de las caras 5.

60 **[0029]** El sustrato 3 se enfría a continuación a una temperatura cercana a la de un baño 13 contenido en un crisol 15.

[0030] La composición del baño 13 es a base de zinc y contiene:

65 - entre el 0,5 y el 8 % en peso de aluminio, preferentemente entre el 4,4 y el 5,6 %, más preferentemente entre el 0,5

y el 4,5 %, más preferentemente entre el 0,5 y el 3,9 %, más preferentemente entre el 1,0 y el 3,9 %, más preferentemente entre el 1,5 y el 3,9 %, y más preferentemente el 2 y el 3,9 %;

- entre el 0,3 y el 3,3 % en peso de magnesio, preferentemente entre el 0,3 y el 1,5 %, más preferentemente entre el 0,3 y el 0,7 %, más preferentemente entre el 0,5 y el 3,3 %, más preferentemente entre el 1 y el 3,3 %, más preferentemente entre el 1,5 y el 3,3 %, más preferentemente entre el 2 y el 3,3 %, y más preferentemente entre el 2,5 y el 3,3 %.

[0031] De manera general, cada intervalo de contenido de aluminio indicado anteriormente puede utilizarse en combinación con cada uno de los intervalos de contenido de magnesio para formar un baño 13.

[0032] Cuando el contenido en peso de aluminio está comprendido entre el 4,4 y el 5,6 %, el contenido en peso de magnesio estará preferentemente comprendido entre el 0,3 y el 1,5 %.

[0033] Cuando el contenido en peso de aluminio está comprendido entre el 1,5 y el 3,9 %, el contenido en peso de magnesio estará preferentemente comprendido entre el 1,0 y el 3,3 %.

[0034] La composición del baño 13 también puede contener hasta el 0,3 % en peso de elementos opcionales de adición tales como Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr o Bi.

[0035] Estos diferentes elementos pueden permitir, entre otras cosas, mejorar la resistencia a la corrosión del revestimiento o bien su fragilidad o su adhesión, por ejemplo.

[0036] El experto en la materia que conoce sus efectos sobre las características del revestimiento sabrá emplearlos en función del objetivo complementario buscado. También se ha verificado que estos elementos no interfieren con el control de la ondulación obtenida mediante el procedimiento de acuerdo con la invención.

[0037] Finalmente, el baño 13 puede contener impurezas inevitables que provienen de lingotes de alimentación del crisol o bien incluso del paso del sustrato 3 por el baño 13. De este modo, se podrá citar, concretamente, el hierro.

[0038] Después del paso por el baño 13, el sustrato 3 está revestido en sus dos caras 5 por los revestimientos 7 para obtener la chapa 1.

[0039] Como se ilustra mediante la figura 2, la chapa 1 se somete a continuación a un escurrimiento por medio de boquillas 17 colocadas a uno y otro lado de la chapa 1 y que proyectan un gas de escurrimiento, preferentemente un gas inerte, hacia las superficies exteriores 21 de los revestimientos 7. El gas de escurrimiento es expulsado de cada boquilla 17 a lo largo de una dirección principal de expulsión E. Las direcciones principales de expulsión E de cada boquilla 17 se materializan en líneas de punto en las figuras 2 y 3.

[0040] En el ejemplo representado, las direcciones E son horizontales y ortogonales a la chapa 1. En otras realizaciones, las direcciones E pueden tener otras inclinación es con respecto a la chapa 1.

[0041] La velocidad V de desplazamiento del sustrato 3 en la línea de producción utilizada y, por lo tanto, delante de las boquillas 17 está, en general, comprendida entre 80 m/min y 300 m/min, y es preferentemente superior a 120 m/min, incluso 150m/min.

[0042] Para limitar la oxidación de los revestimientos 7, se prevé una caja de confinamiento 23 para confinar la atmósfera alrededor de la chapa 1 al menos aguas abajo de las zonas de impacto I del gas de escurrimiento sobre la chapa 1. El término aguas abajo se entiende en este contexto con respecto al sentido de desplazamiento S de la chapa 1 en frente a las boquillas 17.

[0043] La caja de confinamiento 23 puede, como variante, prolongarse hacia aguas arriba hasta la superficie del baño 13 o hasta una posición intermedia entre las boquillas 17 y la superficie del baño 13.

[0044] La caja de confinamiento 23 delimita una zona confinada 24 que contiene las zonas de impacto I del gas de escurrimiento sobre la chapa 1 y se extiende a partir de éstas al menos hacia aguas abajo.

[0045] En el ejemplo descrito anteriormente, las boquillas 17 tienen estructuras y posicionamientos con respecto a la chapa 1 que son análogas y funcionan con ajustes análogos. De este modo, solamente se describirá a continuación la boquilla 17 recta de la figura 2, con referencia a la figura 3. Se observará también que solamente se representa la boquilla 17 recta en la figura 3.

[0046] Como variante, las boquillas 17 pueden tener estructuras diferentes, posiciones diferentes y/o funcionar con ajustes diferentes. También puede preverse solamente una boquilla en un lado de la chapa 1.

[0047] La boquilla 17 presenta una salida 25 por la cual el gas de escurrimiento es expulsado hacia la superficie

exterior 21 del revestimiento 7 colocado en frente. Son previsibles diferentes formas exteriores para la boquilla 17.

[0048] La salida 25 de la boquilla 17 está dispuesta a una distancia de Z de la chapa 1 a lo largo de la dirección principal de expulsión E.

[0049] Cuando E no es ortogonal a la chapa 1, Z no es, por lo tanto, la distancia más pequeña entre la chapa 1 y la boquilla 17. Como se ilustra mediante la figura 4, la salida 25 se presenta generalmente en forma de una hendidura que se extiende, ortogonalmente a la dirección L y al plano de la figura 3, en una anchura L al menos igual a la anchura de la chapa 1.

[0050] Generalmente, la altura de la salida 25, es decir, su dimensión paralelamente al sentido S de desplazamiento de la chapa 1 delante de la boquilla 17, es constante como se ilustra mediante la figura 4. Dicho esto, en ciertas variantes, esta altura puede variar en la anchura de la salida 25. De este modo, la salida 25 puede tener, por ejemplo, una forma ligeramente ensanchada hacia sus extremos (forma de pajarita).

[0051] Para tener en cuenta estas eventuales variaciones de altura y las diferentes realizaciones posibles, se considerará en lo sucesivo la altura media d de la salida 25 en su anchura L.

[0052] La sobrepresión del gas de escurrimiento en la boquilla 17 con respecto a la presión atmosférica se representa como P y la fracción volúmica de oxígeno en la zona confinada 24 se representa como f_{O_2} . En otras palabras, P es la diferencia entre la presión del gas de escurrimiento en la boquilla 17 y la presión atmosférica.

[0053] De acuerdo con la invención,

$$\frac{Z}{d} \leq 12 \text{ y } f_{O_2} \leq \frac{10^{-4}}{W^2} \left(0,63 + \sqrt{0,4 + 94900 * W^2} \right) (A) \text{ con } W = \frac{\sqrt{PdZ}}{V},$$

donde:

Z se expresa en m

d se expresa en m

V se expresa en $m \cdot s^{-1}$

P se expresa en $N \cdot m^{-2}$

[0054] Generalmente, el parámetro V está impuesto por la clase del sustrato 3 y por la capacidad de calentamiento en la zona de recocido de recristalización del sustrato 3. La altura d se selecciona para una campaña de producción. Solamente quedan Z, P y f_{O_2} por ajustar para satisfacer las exigencias anteriores.

[0055] f_{O_2} se mide, por ejemplo, después de la toma en la zona 24.

[0056] Típicamente, dicha toma se realizará a una distancia relativamente cercana a una zona de impacto I, por ejemplo, inferior o igual a 3Z, para ser representativa de la fracción volúmica de oxígeno a nivel de las zonas de impacto I.

[0057] También puede ser necesario extender la caja de confinamiento 23 o modificarla para mejorar el confinamiento y satisfacer la ecuación (A).

[0058] Como se detallará en lo sucesivo, el respeto de las condiciones anteriores permite alcanzar, después de la solidificación de los revestimientos 7 y antes del eventual pintado, un aspecto estético mejorado.

[0059] A continuación se deja enfriar los revestimientos 7 de forma controlada para que se solidifiquen.

[0060] Cuando los revestimientos 7 están completamente enfriados, la chapa 1 puede someterse a una operación de laminado de ajuste para conferir a las superficies exteriores 21 de los revestimientos 7 una textura que facilita la conformación posterior de la chapa 1.

[0061] En efecto, la operación de laminado de ajuste permite transferir a las superficies exteriores 21 de los revestimientos 7 de la chapa 1 una rugosidad suficiente para que su conformación se efectúe en buenas condiciones, favoreciendo una buena retención del aceite aplicado sobre la chapa 1 antes de su conformación. La tasa de alargamiento de la chapa 1 durante la operación de laminado de ajuste está generalmente comprendida entre el 0,5 y el 2 %.

[0062] La operación de laminado de ajuste se realiza generalmente para una chapa 1 destinada a la fabricación de piezas de carrocería para vehículos automóviles.

[0063] Cuando la chapa 1 está destinada a la fabricación de electrodomésticos, por ejemplo, no se procede a esta operación suplementaria.

5 **[0064]** La chapa 1, sometida o no a laminado de ajuste, puede recortarse a continuación y después conformarse, por ejemplo, por estampación, plegado o perfilado, para formar una pieza que se puede pintar a continuación para formar, en cada revestimiento 7, una película de pintura (o sistema de pintura).

10 **[0065]** En el caso de las piezas para los electrodomésticos, se puede someter también a las películas de pintura a un recocido mediante medios físicos y/o químicos, conocidos por sí mismos.

[0066] A tal efecto, se puede hacer pasar la pieza pintada a través de un horno de aire caliente o de inducción, o también bajo lámparas UV o bajo un dispositivo que difunde haces de electrones.

15 **[0067]** Para las aplicaciones automóbiles, después de la fosfatación, se sumerge cada pieza en un baño de cataforesis, y se aplica sucesivamente, una capa de pintura de imprimación, una capa de pintura de base, y eventualmente una capa de barniz de acabado.

20 **[0068]** Antes de aplicar la capa de cataforesis sobre la pieza, ésta se desgrasa previamente y a continuación se fosfata para garantizar la adherencia de la cataforesis.

25 **[0069]** La capa de cataforesis garantiza a la pieza una protección complementaria contra la corrosión. La capa de pintura de imprimación, generalmente aplicada con pistola, prepara la apariencia final de la pieza y la protege contra el impacto de gravilla y contra los UV. La capa de pintura de base confiere a la pieza su color y su apariencia final. La capa de barniz confiere a la superficie de la pieza una buena resistencia mecánica, una resistencia contra los agentes químicos agresivos y un buen aspecto superficial.

[0070] Generalmente, el peso de la capa de fosfatación está comprendido entre 1,5 y 5 g/m².

30 **[0071]** Las películas de pintura empleadas para proteger y garantizar un aspecto superficial óptimo a las piezas, comprenden, por ejemplo, una capa de cataforesis de 15 a 25 µm de grosor, una capa de pintura de imprimación de 35 a 45 µm de grosor, y una capa de pintura de base de 40 a 50 µm de grosor.

35 **[0072]** En los casos donde las películas de pintura comprenden además una capa de barniz, los grosores de las diferentes capas de pintura son generalmente los siguientes:

capa de cataforesis: entre 15 y 25 µm, preferentemente inferior a 20 µm,

capa de pintura de imprimación: inferior a 45 µm,

capa de pintura de base: inferior a 20 µm, y

40 capa de barniz: inferior a 55 µm.

[0073] Las películas de pintura podrán también no comprender capa de cataforesis, y comprender solamente una capa de pintura de imprimación y una capa de pintura de base y eventualmente una capa de barniz.

45 **[0074]** Preferentemente, el grosor total de las películas de pintura será inferior a 120 µm incluso 100 µm.

[0075] La invención se ilustrará a continuación mediante ensayo dados a título indicativo y no limitante.

50 **[0076]** La tabla I a continuación detalla las condiciones de una serie de ensayos llevados a cabo con valores diferentes de Z, d, V, P y f_{02} .

55 **[0077]** En estos ensayos, los revestimientos 7 tienen contenidos en peso de aluminio de aproximadamente el 3,7% y de magnesio de aproximadamente el 3,1 %. Sus espesores eran de aproximadamente 10 µm. La temperatura del baño para producir estos revestimientos 7 era de aproximadamente 420 °C. El gas de escurrimiento utilizado era a base de nitrógeno y la velocidad de enfriamiento de los revestimientos 7 hasta su solidificación estaba comprendida entre 14 y 15 °C/s.

Tabla I

Ensayos	Z (m)	d (m)	Z/d	V (m/s)	P en N/m2	f ₀₂	Eq (A)	Defecto
1	0,012	0,001	12	0,617	12100	0,03	SÍ	N
	0,012	0,001	12	0,617	12100	0,04	SÍ	N
	0,012	0,001	12	0,617	12100	0,06	NO	S
	0,012	0,001	12	0,617	12100	0,07	NO	S
2	0,01	0,001	10	1,000	15000	0,04	SÍ	N
	0,01	0,001	10	1,000	15000	0,06	SÍ	N
	0,01	0,001	10	1,000	15000	0,07	SÍ	N
	0,01	0,001	10	1,000	15000	0,09	NO	S
3	0,008	0,001	8	1,667	17500	0,10	SÍ	N
	0,008	0,001	8	1,667	17500	0,12	SÍ	N
	0,008	0,001	8	1,667	17500	0,13	SÍ	N
	0,008	0,001	8	1,667	17500	0,15	NO	S
4	0,005	0,001	5	2,500	12700	0,21	SÍ	N

[0078] Las columnas de la derecha precisan, para cada ensayo, si los parámetros satisfacían la ecuación (A) y si los defectos mencionados anteriormente estaban presentes (letra S) o si no eran observables (letra N).

5

[0079] La figura 5 ilustra un ensayo donde estos defectos estaban presentes.

[0080] Se observa entonces visualmente en la superficie exterior de los revestimientos 7 una alternancia de zonas mates 31 y de zonas brillantes 33.

10 **[0081]** El respeto de la condición $\frac{Z}{d} \leq 12$ y el respecto de la ecuación (A) permite, como se ha demostrado mediante la tabla I anterior, evitar la aparición de estos defectos y, por lo tanto, mejorar el aspecto estético de los revestimientos 7 de chapas 1.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de realización de una chapa (1) que comprende un sustrato (3) de acero del cual al menos una cara (5) está revestida por un revestimiento metálico (7) que comprende Al y Mg, siendo el resto del revestimiento metálico (7) Zn, impurezas inevitables y eventualmente uno o varios elementos adicionales seleccionados entre Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Zr o Bi, siendo el contenido en peso de cada elemento adicional en el revestimiento metálico (7) inferior al 0,3%, teniendo el revestimiento metálico (7) un contenido en peso de Al comprendido entre el 0,5 y el 8% y un contenido en peso de Mg comprendido entre el 0,3 y el 3,3%, comprendiendo el procedimiento al menos etapas de:

- suministro del sustrato (3),
- depósito de un revestimiento metálico (7) sobre al menos una cara (5) por inmersión del sustrato (3) en un baño para obtener la chapa (1),
- escurrimiento del revestimiento metálico (7) por al menos una boquilla (17) que proyecta por al menos una salida (25) un gas de escurrimiento sobre el revestimiento metálico (7), desplazándose la chapa (1) delante de la boquilla, siendo el gas de escurrimiento expulsado de la boquilla (17) a lo largo de una dirección principal de expulsión (E), una caja de confinamiento (23) que delimita una zona confinada (24) al menos aguas abajo de la zona de impacto (I) del gas de escurrimiento sobre la chapa (1),
- solidificación del revestimiento metálico (7),

procedimiento en el que $\frac{Z}{d} \leq 12$ y $f_{O_2} \leq \frac{10^{-4}}{W^2} \left(0,63 + \sqrt{0,4 + 94900 * W^2} \right) (A)$ con $W = \frac{\sqrt{PdZ}}{V}$,

siendo Z la distancia entre la chapa (1) y la boquilla (17) a lo largo de la dirección principal de expulsión (E), expresándose Z en m, siendo f_{O_2} la fracción en volumen de oxígeno en la zona confinada (24), siendo d la altura media de la salida (25) de la boquilla (17) a lo largo del sentido (S) de desplazamiento de la chapa (1) delante de la boquilla (17), expresándose d en m, siendo V la velocidad de desplazamiento de la chapa (1) delante de la boquilla (17), expresándose V en m.s⁻¹, y siendo P la sobrepresión del gas de escurrimiento en la boquilla (17) con respecto a la presión atmosférica, expresándose P en N.m⁻².

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el procedimiento comprende, antes de la etapa de depósito, una etapa de laminado en frío de la chapa (1).

3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el procedimiento, después de la etapa de solidificación, una etapa de laminado de ajuste (*skin-pass*) de la chapa (1).

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el revestimiento metálico (7) tiene un contenido en peso de Al comprendido entre el 0,5% y el 3,9 %.

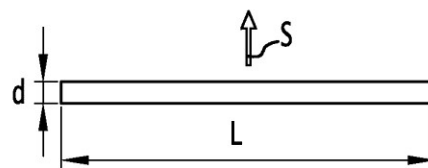
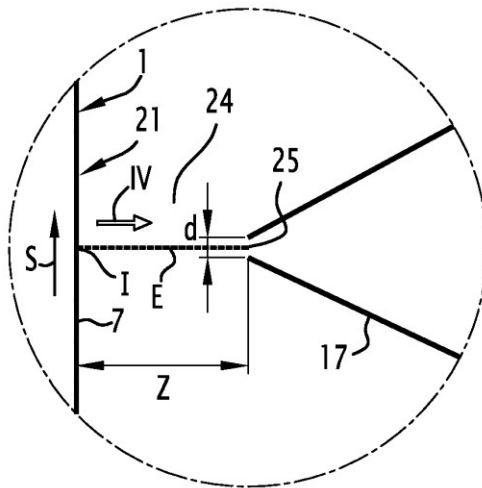
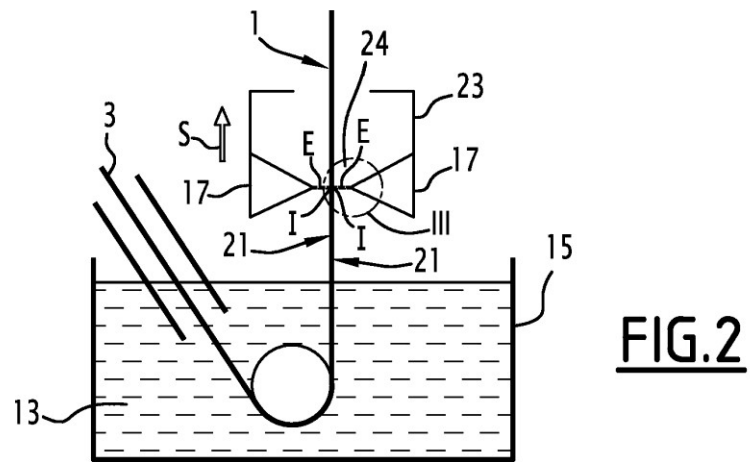
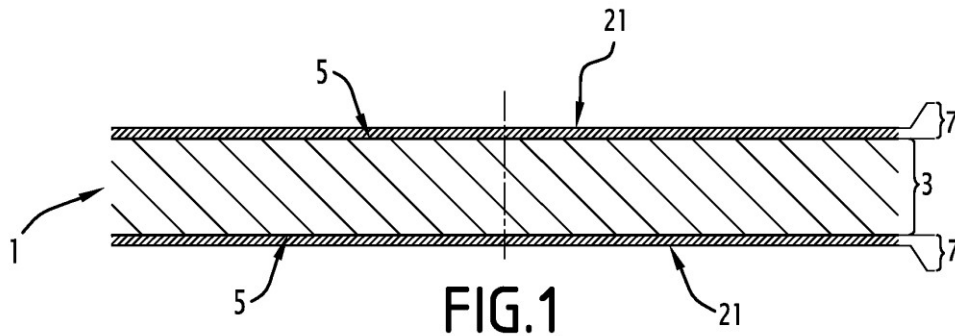
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el revestimiento metálico (7) tiene un contenido en peso de Al comprendido entre el 1,5% y el 3,9%.

6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el revestimiento metálico (7) tiene un contenido en peso de Al comprendido entre el 4,4% y el 5,6 %.

7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el revestimiento metálico (7) tiene un contenido en peso de Mg comprendido entre el 1,0% y el 3,3 %.

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el revestimiento metálico (7) tiene un contenido en peso de Mg comprendido entre el 2,5% y el 3,3 %.

9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el revestimiento metálico (7) tiene un contenido en peso de Mg comprendido entre el 0,3% y el 1,5 %.



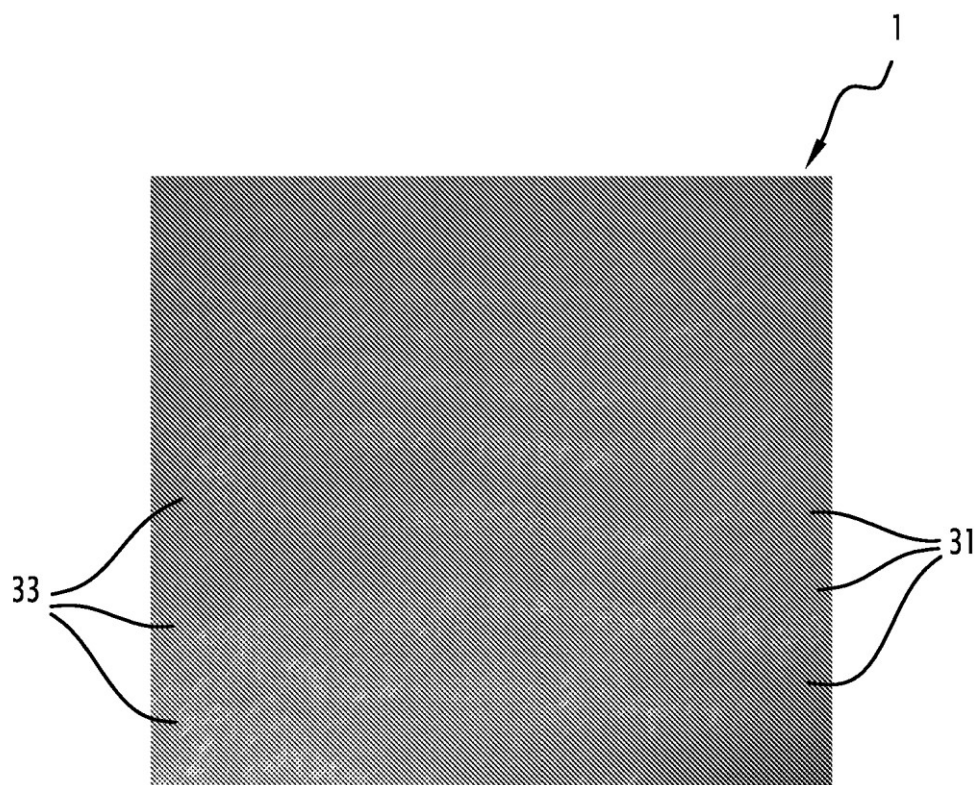


FIG. 5