

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 927**

51 Int. Cl.:

C23C 14/16 (2006.01)
C23C 14/58 (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01)
C23C 28/02 (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01)
C23C 2/26 (2006.01)
C23C 2/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2010 E 10810765 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.02.2015 EP 2652166**

54 Título: **Chapa de acero que comprende un revestimiento multicapa**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.04.2015

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO SL (100.0%)
C/ Chavarri, 6
48910 Sestao, Bizkaia, ES**

72 Inventor/es:

**MONNOYER, MAXIME;
CHALEIX, DANIEL;
ALLELY, CHRISTIAN;
JACQUES, DANIEL y
CHASSAGNE, JULIE**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 534 927 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

Chapa de acero que comprende un revestimiento multicapa

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a una chapa de acero que comprende un revestimiento multicapa del cual al menos una capa comprende una aleación cinc-magnesio, que está destinada más particularmente a la fabricación de piezas para el automóvil, sin estar sin embargo limitada a ello.
- 10 **[0002]** Los revestimientos galvanizados que comprenden esencialmente cinc se utilizan tradicionalmente para su buena protección contra la corrosión, ya sea en el sector del automóvil o en la construcción, por ejemplo. No obstante, estos revestimientos generan unos problemas de soldabilidad y actualmente compiten con los revestimientos de cinc que comprenden magnesio.
- 15 **[0003]** En efecto, la adición de magnesio aumenta netamente la resistencia a la corrosión perforante de estos revestimientos, lo que puede permitir reducir su grosor y, por tanto, mejorar su capacidad para la soldadura o incluso mantener el grosor de revestimiento y aumentar la garantía de protección contra la corrosión en el tiempo.
- 20 **[0004]** Además, la mejora de la resistencia a la corrosión es tal que actualmente es posible reducir incluso suprimir la utilización de medidas de protección secundarias tales como la utilización de ceras o mástiques en los lugares más susceptibles de ser corroídos.
- 25 **[0005]** No obstante, las bobinas de acero que llevan tales revestimientos en superficie pueden, en ocasiones, pasar una temporada en unos cobertizos de almacenamiento durante varios meses y no deben ver alterarse esta superficie por la aparición de una corrosión de superficie, antes de ser puestos en servicio por el usuario final. En particular, ningún inicio de corrosión debe aparecer sea cual sea el entorno de almacenamiento, incluso en caso de exposición al sol y/o a un ambiente húmedo incluso salino.
- 30 **[0006]** Los productos galvanizados estándar están sometidos también a estas limitaciones y están untados con un aceite de protección que es generalmente suficiente.
- 35 **[0007]** Ahora bien, los presentes inventores han constatado que los revestimientos que comprenden magnesio no permiten obtener una protección temporal contra la corrosión suficiente, incluso después de haber sido untados con aceite de protección. Se observa en efecto la formación de puntos negros correspondientes a la formación de un óxido de cinc-magnesio.
- 40 **[0008]** Existe por tanto una necesidad de desarrollar un sistema de protección temporal eficaz para tales revestimientos.
- 45 **[0009]** Además, tal sistema debe ser compatible con las etapas posteriores de fabricación como la pintura (capacidad de fosfatación) y ser fácilmente eliminable, de ahí su calificación de temporal.
- 50 **[0010]** Para el dominio del automóvil, debe garantizar además una buena protección contra la corrosión cosmética que designa la degradación de aspecto de las piezas visibles de un vehículo que haya sufrido un engravillado, choques, arañazos, así como de los bordes y rincones de los paneles que constituyen el vehículo.
- 55 **[0011]** Por otro lado, la realización de tales sistemas de protección temporal se debe hacer en unas condiciones industriales, es decir que debe permitir preferentemente obtener unos depósitos de un grosor que pueda alcanzar 100 nm por cara a unas velocidades de desplazamiento que puedan alcanzar 300 m/min.
- [0012]** El objetivo de la presente invención consiste en solucionar los inconvenientes de los aceros revestidos y procedimientos de fabricación del estado anterior de la técnica poniendo a disposición una chapa de acero revestido que presenta a la vez una buena resistencia contra la corrosión perforante y una buena resistencia contra la corrosión de superficie, con la ayuda de un sistema de protección temporal que sea fácilmente eliminable antes de la pintura. Debe presentar igualmente, preferentemente, una buena resistencia contra la corrosión cosmética y una buena capacidad de fosfatación. El procedimiento de fabricación debe, en cuanto a sí mismo, permitir alcanzar las velocidades de tratamiento compatibles con las exigencias industriales.
- [0013]** A tal efecto, la invención tiene como primer objeto una chapa de acero equipada con un revestimiento multicapa que comprende al menos una capa a base de cinc que comprende del 0,1 al 20% en peso de magnesio,

cubierta por una capa de protección temporal de un grosor fino comprendido entre 5 y 100 nm y constituida por metal u óxido metálico escogido en el grupo constituido por aluminio, cromo, óxidos de aluminio AlOx, estando x estrictamente comprendido entre 0,01 y 1,5 y unos óxidos de cromo CrOy, estando y estrictamente comprendido entre 0,01 y 1,5, no estando dicha capa a base de cinc que comprende del 0,1 al 20% en peso de magnesio aleada con dicha capa de protección temporal.

[0014] La chapa según la invención puede comprender igualmente las características siguientes, tomadas aisladamente o en combinación:

- 10 - el revestimiento multicapa comprende una primera capa a base de cinc que comprende menos del 0,05% en peso de magnesio, cubierta por una segunda capa a base de cinc que comprende del 0,1 al 20% en peso de magnesio, cubierta por una capa de protección temporal de grosor fino comprendido entre 5 y 100 nm y constituida por metal u óxido metálico escogido en el grupo constituido por aluminio, cromo, óxidos de aluminio AlOx, estando x estrictamente comprendido entre 0,01 y 1,5 y unos óxidos de cromo CrOy, estando y estrictamente comprendido entre 0,01 y 1,5, no estando dicha capa a base de cinc que comprende del 0,1 al 20% en peso de magnesio aleada ni con dicha capa de protección temporal ni con dicha capa a base de cinc y comprendiendo menos del 0,05% en peso de magnesio;
- 15 - la o las capas a base de cinc comprenden además del 0,1 al 10% en peso de aluminio,
- 20 - la capa a base de cinc que comprende del 0,1 al 20% en peso de magnesio está constituida por Zn₂Mg,
- la capa de protección temporal está constituida por aluminio,
- la capa de protección temporal presenta un grosor comprendido entre 5 y 50 nm.

25 **[0015]** La invención tiene igualmente como segundo objeto un procedimiento de fabricación de una chapa que comprende un revestimiento multicapa según la invención, según el cual se suministra una chapa de acero no recubierta, después se reviste sucesivamente con las diferentes capas que constituyen dicho revestimiento multicapa, estando depositada la capa de protección temporal por depósito al vacío.

30 **[0016]** En un modo de realización preferido, todas las capas del revestimiento multicapa se depositan por depósito al vacío.

[0017] La invención tiene igualmente como tercer objeto un procedimiento de fabricación a partir de una chapa según la invención, según el cual se unta dicha chapa con un aceite lubricante en una cantidad inferior o igual a 1 g/m², a continuación se pone en servicio dicha chapa por embutición, después se somete a un desengrasado alcalino.

[0018] Otras características y ventajas de la invención aparecerán tras la lectura de la descripción que se muestra a continuación, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo.

40 **[0019]** La chapa revestida según la invención comprende en primer lugar un sustrato de acero, preferentemente laminado en caliente después laminado en frío para poder ser utilizado como pieza de carrocería para el automóvil. La invención no está limitada por tanto a este dominio y puede encontrar un empleo para cualquier pieza de acero sea cual sea su uso final.

45 **[0020]** Esta chapa está equipada con un revestimiento multicapa que comprende necesariamente una capa a base de cinc que comprende del 0,1 al 20% en peso de magnesio, que se designará posteriormente como una capa a base de cinc que comprende magnesio. Esta capa de revestimiento presenta generalmente un grosor inferior o igual a 20 μm y pretende proteger el sustrato de acero contra la corrosión perforante, de forma clásica. Se añade al menos el 0,1% en peso de magnesio puesto que ningún efecto de protección contra la corrosión perforante es visible por debajo del mismo. En un modo de realización preferido, se añade al menos el 0,5%, preferentemente al menos el 2% en peso de magnesio. Se limita su contenido al 20% en peso ya que se ha observado que una proporción mayor comportaría un consumo demasiado rápido del revestimiento y, por tanto, unos rendimientos anticorrosión paradójicamente degradados.

55 **[0021]** Esta capa de revestimiento se podrá obtener especialmente por un procedimiento de depósito al vacío, tal como el sputtering magnetrón, el depósito por haz de electrones o la evaporación al vacío por efecto joule o por inducción. En este caso, la capa solo comprenderá generalmente cinc y magnesio, pudiendo, no obstante, ser añadidos otros elementos tales como el aluminio o el silicio, si es necesario, para mejorar otras características del

revestimiento tales como su ductilidad o su adhesión al sustrato. Cuando el revestimiento solo comprende cinc y magnesio, se prefiere en particular que la capa de revestimiento comprenda entre el 14 y el 18% en peso de magnesio y mejor que corresponda mayoritariamente al compuesto intermetálico de fórmula Zn_2Mg , que consta aproximadamente del 16% en peso de magnesio, que presenta unas propiedades de resistencia a la corrosión 5 perforante particularmente buenas.

10 **[0022]** Cuando el revestimiento comprende cinc, magnesio y aluminio, se prefiere en particular que la capa de revestimiento comprenda entre el 2 y el 4% en peso de magnesio y entre el 2 y el 4% en peso de aluminio, es decir que esté cerca de la composición del eutéctico ternario cinc/aluminio/magnesio.

15 **[0023]** Cuando se aplica directamente sobre el acero, esta capa de revestimiento se podrá obtener igualmente por un procedimiento de revestimiento por inmersión en caliente en un baño de cinc fundido que contiene magnesio y aluminio hasta un contenido del 10% en peso. El baño puede contener igualmente 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. Estos elementos diferentes pueden permitir, entre otras cosas, mejorar la ductilidad o la adhesión del revestimiento, por ejemplo. El experto en la materia que conoce sus efectos sobre las características de revestimiento sabrá emplearlos en función del objetivo complementario buscado. El baño puede contener por último unos elementos residuales procedentes de los lingotes de suministro o resultantes del paso de la banda en el baño.

20 **[0024]** El revestimiento multicapa de la chapa según la invención comprende a continuación necesariamente una capa de grosor fino comprendida entre 5 y 100 nm, preferentemente entre 5 y 90 nm, de forma más particularmente preferida entre 5 y 50 nm incluso entre 5 y 40 nm, de un metal escogido entre el aluminio y el cromo o de un óxido metálico de aluminio o de cromo de fórmulas respectivas AlO_x y CrO_y tales que x e y estén estrictamente comprendidos entre 0,01 y 1,5. Esta capa que está situada justo por encima de la capa de revestimiento a base de 25 cinc que comprende magnesio tiene como función principal garantizar su protección temporal. Su grosor mínimo está fijado en 5 nm ya que la protección obtenida no es suficiente por debajo de este. El grosor máximo está fijado en 100 nm para permitir eliminar fácilmente la mayor parte, incluso la totalidad de esta capa por un simple desengrasado alcalino, en particular cuando los tratamientos ulteriores de la chapa lo vuelven necesario o bien para no reducir la capacidad de la chapa de ser fosfatada y/o pintada.

30 **[0025]** Esta capa está constituida por aluminio, cromo u óxidos bajo-estequiométricos de estos elementos. En el marco de la presente invención, se entiende por óxidos bajo estequiométricos unos óxidos de aluminio AlO_x y de cromo CrO_y tales que x e y estén estrictamente comprendidos entre 0,01 y 1,5. Esta definición excluye por tanto los óxidos llamados estequiométricos para los cuales x vale 1,5 y cuya fórmula está representada generalmente por 35 Al_2O_3 y Cr_2O_3 .

[0026] La invención tiene como objetivo más particularmente el depósito de estos óxidos bajo-estequiométricos ya que presentan buenos rendimientos en protección temporal.

40 **[0027]** Además, es posible depositarlos por depósito al vacío con una velocidad de depósito compatible con las exigencias industriales, es decir realizar unos depósitos de hasta 100 nm por cara a unas velocidades de desplazamiento que pueden alcanzar 300 m/min.

45 **[0028]** Como se habrá comprendido, esta capa se puede depositar por cualquier procedimiento de depósito al vacío adaptado, tal como el sputtering magnetrón, el depósito por haz de electrones o la evaporación al vacío por efecto joule o por inducción.

50 **[0029]** El procedimiento de depósito al vacío empleado para el depósito de esta capa dependerá esencialmente de su naturaleza. Así, para el depósito del aluminio o del cromo en forma metálica, se utilizará preferentemente el sputtering magnetrón. Este depósito se realiza en un plasma (generalmente de Argón), por bombardeo iónico de un objetivo metálico compuesto por el metal que se va a depositar.

55 **[0030]** Cuando se desea depositar óxido de aluminio u óxido de cromo, se puede emplear igualmente este procedimiento. Es suficiente entonces con inyectar un gas reactivo que será aquí O_2 . Los iones Ar^+ del plasma bombardean el objetivo y arrancan unos átomos que se depositan sobre el sustrato a la vez que reacciona con el oxígeno para dar el depósito deseado.

[0031] Para poder conservar un buen rendimiento de depósito de estos óxidos a las velocidades clásicas de las líneas de revestimiento metálico utilizando este procedimiento, es imperativo limitarse a unos valores de x y de y

estrictamente inferiores a 1,5 ya que se ha observado que más allá de este límite, las velocidades de depósito disminuyen bruscamente, siendo divididas por 7 desde el franqueamiento de este umbral.

5 **[0032]** En efecto, se constata que el oxígeno reacciona en primer lugar con el plasma, las partículas metálicas pulverizadas, las paredes de la cámara, el objetivo, de modo que su presión parcial aumente lentamente. Al mismo tiempo, el rendimiento de pulverización y, por tanto, la velocidad de depósito permanecen elevados.

10 **[0033]** Una vez que la superficie del objetivo así como las paredes de la cuba estén saturados en óxido, se alcanzará entonces el consumo crítico de oxígeno más allá del cual el gas solo reacciona muy poco con el metal que comporta un aumento brusco de su presión parcial. Al mismo tiempo, el rendimiento de pulverización y, por tanto, la velocidad de depósito disminuyen ya que la superficie del objetivo está oxidada.

15 **[0034]** Otro procedimiento de depósito más particularmente preferido es el depósito por evaporación al vacío, con calentamiento del material que se va a depositar contenido en un crisol por cualquier procedimiento adaptado tal como por cañón de electrones, por inducción o por resistencia, por ejemplo. Este calentamiento al vacío del crisol que contiene el material que se va a depositar en forma sólida o líquida da lugar a la formación de un vapor que, condensándose sobre el sustrato llevado a una temperatura más reducida que la del vapor, conduce a la formación de un depósito.

20 **[0035]** A una presión y una temperatura dadas, cuanto más elevado sea el índice de evaporación del material, más elevada será la velocidad de depósito. El índice de evaporación del material que se va a depositar está unido a su presión de vapor saturante. A una temperatura dada, la evaporación tendrá lugar si la presión de vapor saturante es superior a la presión total que reina en la cámara de depósito.

25 **[0036]** Cuando se desea depositar un óxido bajo estequiométrico tal como se ha definido precedentemente, se podrá emplear este procedimiento creando un plasma, por ejemplo un plasma a base de Argón, por encima del crisol de evaporación e inyectando el oxígeno en el recinto al vacío, realizando así una evaporación reactiva.

30 **[0037]** Las técnicas de evaporación y de evaporación reactiva no permiten no obstante depositar unos óxidos estequiométricos tales como Al_2O_3 y Cr_2O_3 debido a su presión de vapor que es muy inferior a la de los compuestos metálicos puros correspondientes. Así, la evaporación de óxidos tales como Al_2O_3 y Cr_2O_3 a unas velocidades razonables no es posible a unas temperaturas del orden de las que se podrían utilizar para el Al o el Cr. La utilización de este procedimiento impone por tanto igualmente la limitación de los valores de x e y a unos valores estrictamente inferiores a 1,5.

35 **[0038]** Cabe destacar que otros elementos tales como el titanio, el circonio o el cinc, en forma metálica o en forma de óxido no se pueden utilizar ya que su velocidad de depósito es insuficiente, sea cual sea el procedimiento de depósito al vacío empleado. Para obtener con estos elementos unos rendimientos equivalentes a los del aluminio o del cromo, sería necesario elevar significativamente las temperaturas de calentamiento (más allá de 2.500 °C), lo que no es deseable desde el punto de vista de la seguridad, de la concepción y del mantenimiento de las instalaciones, así como de su vida útil.

40 **[0039]** En un modo de realización preferido, la chapa de acero comprende otro revestimiento a base de cinc situado bajo el revestimiento a base de cinc que comprende magnesio. Esta capa de revestimiento comprende menos del 0,05% en peso de magnesio y preferentemente ningún magnesio. Puede contener no obstante 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 y hasta el 0,3% en peso de aluminio.

50 **[0040]** Podrá depositarse sobre la chapa de acero por cualquier medio conocido por el experto en la materia, tal como el depósito por inmersión en caliente, por electro-cincado o incluso por depósito al vacío, como se ha descrito precedentemente para la capa a base de cinc y de magnesio.

[0041] Cuando esta capa está presente, su grosor está comprendido en general entre 1 y 10 μm , preferentemente entre 1 y 6 μm . El grosor de la capa a base de cinc y de magnesio se puede reducir entonces y está comprendida 55 preferentemente entre 1 y 4 μm .

[0042] Una de las características del revestimiento según la invención es que la capa a base de cinc que comprende magnesio no está aleada con la capa de protección temporal, ni con la capa subyacente a base de cinc cuando esta está presente en el revestimiento multicapa. Preferentemente, esta capa a base de cinc que comprende

magnesio no se obtiene a consecuencia de la aleación de una capa a base de cinc y de una capa a base de magnesio, sino directamente por el depósito de una aleación de cinc y de magnesio.

[0043] Esta característica permite controlar con precisión la composición de esta capa de la cual dependen las propiedades de duración en corrosión perforante, esenciales para la industria. Permite evitar además la aplicación de un tratamiento térmico de difusión que añadiría una etapa suplementaria al procedimiento de fabricación y es delicado de pilotar, debiendo evitarse generalmente cualquier difusión entre el sustrato y el revestimiento.

[0044] Se empleará así preferentemente un procedimiento de fabricación en el cual la totalidad de las capas de revestimiento se depositan por un procedimiento al vacío, lo que tendrá además la ventaja de no deber operar bajo una atmósfera inerte.

[0045] La invención se va a explicitar ahora por unos ensayos realizados a título indicativo y no limitativo.

15 Pruebas

Corrosión de superficie

[0046] La prueba practicada se denomina igualmente «prueba húmedo termal» y se practica en una cámara climática según la norma DIN EN ISO 6270-2.

[0047] La protección temporal contra la corrosión se puede evaluar sobre unos paneles planos que simulan una chapa durante el almacenamiento o el transporte o sobre unos paneles deformados que representan una pieza metálica (por ejemplo una puerta de coche) embutida en un lugar y transportada a otro.

[0048] Cada panel que se va a probar está desengrasado después untado sobre las dos caras con un aceite apropiado con la ayuda de un aparato de engrasado por aspersion según la norma VDA 230-213, con un peso de capa de aceite de 1,2 g/m². Los paneles se engrasan con la ayuda de Fuchs Anticorit RP 4107s a 1,2 g/m² cuando la prueba se efectúa para un fabricante alemán o con la ayuda de Quaker Ferrocoat N 6130 cuando la prueba se efectúa para un fabricante francés. Estos se dejan sin ensamblar y sin pintar.

[0049] Una serie de ciclos de envejecimiento de 24 horas y aplicada a continuación a los paneles, incluyendo cada ciclo:

- 35 - 8 horas a 50 °C±3 °C y aproximadamente el 98% de humedad relativa (cámara climática cerrada incluso durante el calentamiento), después
- 16 horas a 21 °C±3 °C y menos del 98% de humedad relativa (cámara climática abierta o ventilada, incluso durante la refrigeración).

[0050] Al final de la serie de ciclos, la modificación del aspecto de superficie de los paneles se evalúa en términos porcentuales de la superficie que se ha alterado.

[0051] La proporción de modificación del aspecto de superficie debe ser inferior al 15% después de 10 ciclos para las muestras tratadas con aceite Quaker o después de 15 ciclos para las muestras tratadas con aceite Fuchs.

45

Capacidad de fosfatación

[0052] Las muestras se desengrasan y fosfatan en las condiciones siguientes:

Etapa	Producto(s)	Parámetros	Temperatura	Duración
1 - Desengrasado alcalino	Gardoclean S5176 15 +/- 0,3 g/l	Alcalinidad libre = 6,8-7,4 pts	55 °C +/- 1 °C	6 min
	Gardobond H7352 1,5 +/- 0,1g/l			
2 - Aclarado	Agua dura		ambiente	1 min
3 - Activación	Gardolene V6513 ("Powder refiner") 0,3 a 0,4 g/l		ambiente	45 s

4 - Fosfatación	Gardobond R24 TA, Gardobond H7141, H7164, H7257, H7101, H7155	Acidez libre = 1-1,2 pts Fluoruros libres = 230 +/- 50 ppm Índice compensador = 1,5-2,5 pts	50 °C +/- 1 °C	3 min
5 - Aclarado	Agua dura después desmineralizada		ambiente	De 1 a 2 min

[0053] Se evalúa a continuación el grado de recubrimiento de la capa de fosfatación con la ayuda de un microscopio electrónico de barrido: la aparición al microscopio de zonas brillantes será un signo de la ausencia de película de fosfato, mientras que las zonas mates corresponderán a las superficies correctamente fosfatadas. El valor objetivo está fijado en el 100% de recubrimiento de la superficie estudiada.

Corrosión cosmética

[0054] La corrosión cosmética se evalúa sobre unas muestras pintadas, no ensambladas y que hayan sufrido un 10 arañazo de 1 mm de ancho. La profundidad del arañazo es tal que atraviesa el revestimiento y llega al acero.

[0055] Las muestras se someten a diez ciclos de pruebas de corrosión cíclica según la norma VDA 621-415, incluyendo cada ciclo de una semana:

- 15
- 24 horas de niebla salina (NaCl 5 %, 1,5 ml/h) a 35 °C
 - Después cuatro veces el encadenamiento:
 - o 8 horas a 40 °C y aproximadamente el 99% de humedad relativa, después
 - o 16 horas a 23 °C y aproximadamente el 50% de humedad relativa
 - Después 48 horas a 23 °C y aproximadamente el 50% de humedad relativa.

20

[0056] La evaluación de la delaminación al nivel del arañazo se realiza a continuación: se mide la anchura máxima de degradación de las muestras alrededor del arañazo, que se manifiesta en forma de una ampolla de la pintura, después se resta la anchura del arañazo y se divide por dos. La evaluación se hace con la ayuda de gálipos que toman la forma de rectángulos de diferentes tamaños trazados sobre un soporte transparente. Permiten determinar 25 la anchura máxima de degradación superponiéndolos con el arañazo que se va a evaluar: se retiene el rectángulo enmarcando de la forma más justa la superficie degradada.

Ensayos

30 **[0057]** Se realizan tres series de tres muestras de chapa de acero laminada en frío de tipo DC06 tal como se ha comercializado por ArcelorMittal, comprendiendo un primer revestimiento de cinc de un grosor de 6 µm cubierto por un revestimiento de aleación de cinc y de magnesio correspondiente a la fórmula Zn₂Mg y de un grosor de 3 µm. Estas dos capas de revestimiento se han depositado por un procedimiento de evaporación al vacío por inducción.

35 **[0058]** Una parte de las muestras reciben a continuación en una instalación de laboratorio una capa suplementaria de revestimiento definida según las características reunidas en la tabla 1. Estos revestimientos se obtienen por sputtering magnetrón. En el caso del ensayo n.º 3, se ha utilizado un procedimiento de sputtering magnetrón reactivo con inyección de un consumo de 500 cm³/min de oxígeno.

40

Tabla 1

Muestra	Revestimiento
1	Sin depósito suplementario
2*	50 nm de aluminio
3*	50 nm de CrO _x con x = 1,45
*: según la invención	

[0059] Se les somete a continuación a las pruebas de corrosión de superficie, de capacidad de fosfatación y de corrosión cosmética. Los resultados se reúnen en la tabla 2:

45

Tabla 2

Muestra	Corrosión de superficie (%)	Fosfatación (% de recubrimiento)	Corrosión cosmética (anchura máx – mm)
1	100	100	3
2*	<5	100	2
3*	<5	100	2
*: según la invención			

5 **[0060]** Durante las pruebas de capacidad de fosfatación, se constata que la totalidad de la capa de aluminio del ensayo n.º 2 se elimina después del desengrasado alcalino. En cuanto a la capa de óxido del ensayo n.º 3, subsiste una parte que no impide la buena fosfatación de la superficie debido a su reducido grosor.

10 **[0061]** Se constata que las chapas revestidas según la invención presentan una buena capacidad de fosfatación y una resistencia a la corrosión de superficie y la corrosión cosmética mejoradas con respecto a una chapa que no presenta ningún revestimiento de protección temporal según la invención.

[0062] Además, las velocidades de depósito realizadas para los dos ensayos según la invención permiten extrapolar unas velocidades de depósito en producción industrial de 100 nm/cara a 300 m/min.

REIVINDICACIONES

1. Chapa de acero equipada con un revestimiento multicapa que comprende al menos una capa a base de cinc que comprende del 0,1 al 20% en peso de magnesio, cubierta por una capa de protección temporal de 5 grosor fino comprendida entre 5 y 100 nm y constituida por metal u óxido metálico seleccionado en el grupo constituido por aluminio, cromo, óxidos de aluminio AlOx, estando x estrictamente comprendido entre 0,01 y 1,5 y por óxidos de cromo CrOy, estando y estrictamente comprendido entre 0,01 y 1,5, no estando dicha capa a base de cinc que comprende del 0,1 al 20% en peso de magnesio aleada con dicha capa de protección temporal.
- 10 2. Chapa según la reivindicación 1, para la cual dicho revestimiento multicapa comprende una primera capa a base de cinc que comprende menos del 0,05% en peso de magnesio, cubierta por una segunda capa a base de cinc que comprende del 0,1al 20% en peso de magnesio, cubierta en sí por una capa de protección temporal de grosor fino comprendido entre 5 y 100 nm y constituida por metal u óxido metálico escogido en el grupo constituido por aluminio, cromo, óxidos de aluminio AlOx, estando x estrictamente comprendido entre 0,01 y 1,5 y unos óxidos 15 de cromo CrOy, estando y estrictamente comprendido entre 0,01 y 1,5, no estando dicha capa a base de cinc que comprende del 0,1 al 20% en peso de magnesio aleada ni con dicha capa de protección temporal ni con dicha capa a base de cinc y que comprende menos del 0,05% en peso de magnesio.
3. Chapa según una u otra de las reivindicaciones 1 ó 2, para la cual dicha o dichas capas a base de cinc 20 comprenden además del 0,1 al 10% en peso de aluminio.
4. Chapa según una u otra de las reivindicaciones 1 ó 2, para la cual dicha capa a base de cinc que comprende del 0,1 al 20% en peso de magnesio está constituida por Zn₂Mg.
- 25 5. Chapa según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 4, para la cual dicha capa de protección temporal está constituida por aluminio.
6. Chapa según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 5, para la cual dicha capa de protección temporal presenta un grosor comprendido entre 5 y 50 nm.
- 30 7. Procedimiento de fabricación de una chapa que comprende un revestimiento multicapa según cualquiera de la reivindicaciones de 1 a 6, según el cual se suministra una chapa de acero no recubierta, después se reviste sucesivamente con las diferentes capas que constituyen dicho revestimiento multicapa, estando depositada la capa de protección temporal por depósito al vacío.
- 35 8. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 7, según el cual todas las capas del revestimiento multicapa se depositan por depósito al vacío.
- 40 9. Procedimiento de fabricación de una pieza a partir de una chapa según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 6, según el cual se unta dicha chapa con un aceite lubricante en una cantidad inferior o igual a 1 g/m², a continuación se pone en servicio dicha chapa por embutición, después se la somete a un desengrasado alcalino.