

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 442**

51 Int. Cl.:

C23C 2/02 (2006.01)

C23C 2/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2006** **E 06113962 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017** **EP 1857566**

54 Título: **Producto de acero plano provisto con un revestimiento anticorrosivo y procedimiento para su fabricación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.10.2017

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (100.0%)
KAISER-WILHELM-STRASSE 100
47166 DUISBURG, DE**

72 Inventor/es:

**WARNECKE, WILHELM, DR.;;
MEURER, MANFRED;
SCHÖNENBERG, RUDOLF;
KELLER, MICHAEL y
ELSNER, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 636 442 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

Producto de acero plano provisto con un revestimiento anticorrosivo y procedimiento para su fabricación

La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un producto plano de acero el cual está formado de un sustrato de acero, tal como un fleje de acero o una chapa de acero, y de un revestimiento anticorrosivo a base de zinc, aplicado sobre al menos uno de los lados del sustrato de acero.

Para mejorar su resistencia a la corrosión, principalmente se aplican revestimientos metálicos sobre chapas o flejes de acero, los cuales se basan, en la mayoría de los casos de aplicación, en zinc o en aleaciones de zinc. Debido a su efecto protector de barrera y catódico, en caso de empleo práctico, tales revestimientos de zinc o de aleación de zinc protegen bien la chapa de acero, recubierta de manera correspondiente, frente a la corrosión.

No obstante, el grosor requerido del revestimiento en el estado de la técnica para una resistencia anticorrosiva suficiente trae consigo problemas durante el tratamiento, es decir durante la transformación y la soldadura. Esto aplica, por ejemplo, si durante el empleo práctico deben soldarse bridas sujetas a alta carga de corrosión mediante soldadura por puntos. Este requerimiento existe principalmente en el sector de la construcción de carrocerías de automóviles, en aplicaciones generales de construcción o en la construcción de carcasas para tecnología doméstica. La conexión generada en el caso de una soldadura de este tipo, a una corriente de soldadura suficiente, debe tener un diámetro de puntos mínimos de $4\sqrt{t}$ (t = grosor de la chapa individual) y debe poder soldarse sin salpicaduras.

En el contexto de los problemas en el tratamiento de chapas recubiertas convencionalmente con una capa de Zn de gran grosor, han sido desarrollados sistemas de capas de Zn-Mg o Zn-Mg-Al altamente resistentes a la corrosión, que en el caso de un grosor de chapa ostensiblemente reducido ofrecen una protección anticorrosiva comparable con un revestimiento de zinc de $7,5 \mu\text{m}$ de espesor, aunque presentan una capacidad de tratamiento significativamente mejor.

Una posibilidad de fabricar chapas galvanizadas de acero de este tipo, con una resistencia anticorrosiva elevada a la vez que un peso reducido de recubrimiento, se describe en la publicación EP 0 038 904 B1. De acuerdo con este estado de la técnica, el revestimiento de zinc que contiene 0,2 % en peso de Al y 0,5 % en peso de Mg se aplica sobre un sustrato mediante recubrimiento por inmersión en material fundido. Incluso si la chapa revestida de esta manera debe presentar una resistencia mejorada frente a la formación de herrumbre, en la práctica, no obstante, no cumple con los requisitos establecidos hoy en día para la resistencia anticorrosiva de tales chapas, principalmente en el sector de las bridas de conexión de una carrocería de automóvil.

Otra chapa provista con un revestimiento protector metálico que tiene resistencia anticorrosiva mejorada es conocida de la publicación EP 1 621 645 A1. La chapa de acero allí descrita está provista mediante galvanizado convencional al calor con un revestimiento protector el cual contiene (en % en peso) 0,3 - 2,3 % de Mg, 0,6 - 2,3 % de Al, opcionalmente < 0,2 % de otros componentes activos y el resto es de Zn así como otras impurezas inevitables. Para generar el revestimiento de Zn, la chapa de acero se hace pasar por un baño de material fundido que tiene 0,3 - 2,3 % en peso de Mg, 0,5 - 2,3 % en peso de Al, opcionalmente menos de 0,2 % en peso de otros componentes de aleación y el resto de Zn y de impurezas inevitables. Como consecuencia del alto contenido de Al y Mg en su revestimiento, una chapa de este tipo presenta una resistencia a la corrosión que es particularmente buena. Sin embargo, ensayos prácticos han dado como resultado que las chapas proporcionadas de acuerdo con la publicación EP 1 621 645 A1 no cumplen con los requisitos establecidos por la industria manufacturera a la capacidad de soldadura de tales chapas. También se demuestra que las chapas concernidas poseen una aptitud insuficiente de fosfatación de acuerdo con los estándares actuales.

En el caso del estado de la técnica conocido por la publicación WO 89/09844 A1 ha sido estudiada la influencia de Pb y de Al, parcialmente en presencia de Si, sobre el revestimiento por inmersión en material fundido de Zn-Al o sobre la aleación de revestimiento. Los experimentos efectuados para este propósito por lo regular han sido realizados sin Mg. En tanto los ejemplos considerados contenían Mg, Mg estaba presente en cantidades tan bajas que no tuvo influencia reconocible en la resistencia anticorrosiva. La influencia positiva de Mg en el efecto anticorrosivo no se menciona en la publicación D2.

Por lo tanto, el objetivo de la invención consistió en señalar un procedimiento para la fabricación de un producto plano de acero que tuviera una combinación óptima de alta resistencia a la corrosión y el cual fuera principalmente adecuado para el uso como material en la construcción de carrocerías de automóviles, para propósitos generales en la construcción o para la construcción de aparatos domésticos.

Este objetivo se ha logrado de acuerdo con la invención mediante el procedimiento indicado en la reivindicación 1.

Para la invención es fundamental el conocimiento de que las propiedades generales tales como, por ejemplo, la adherencia y también la aptitud para soldarse de una chapa o un fleje de acero provistos con un revestimiento anticorrosivo de Zn-Mg-Al dependen de modo decisivo de la distribución del aluminio en la capa de revestimiento. De esta manera, sorpresivamente se ha establecido que si, tal como se especifica por la invención, en una capa intermedia cercana a la superficie, de grosor suficiente, de acuerdo con la invención se encuentran contenidos bajos

de Al, hay una aptitud mejorada para soldarse en comparación con las chapas formadas convencionalmente, a pesar de que el contenido de Al del revestimiento se encuentra en su totalidad a un nivel por el cual se garantiza una alta protección anticorrosiva. Por consiguiente, la alta concentración de Al en las chapas fabricadas de acuerdo con la invención, en la zona de la capa límite, al pasar hacia el sustrato de acero, causa en este caso que se mantenga el efecto positivo del aluminio en la protección anticorrosiva a pesar de la pequeña fracción de Al en la capa intermedia.

En tal caso, los productos de acero plano producido de acuerdo con la invención muestran igualmente a causa de los bajos contenidos de Al sobre su superficie y en la capa intermedia una aptitud particularmente buena para la fosfatación de modo que pueden proveerse con un recubrimiento orgánico de barniz, por ejemplo sin medidas particulares adicionales.

Los elementos del grupo de Pb, Bi, Cd, Ti, B, Si, Cu, Ni, Co, Cr, Mn, Sn así como de tierras raras pueden estar presentes hasta una suma de sus contenidos de 0,8 % en peso en el revestimiento generado de acuerdo con la invención. En este caso pueden adicionarse Pb, Bi y Cd para formar una estructura cristalina más grande (flores de zinc), Ti, B, Si para mejorar la capacidad de transformación, Cu, Ni, Co, Cr, Mn para influir en las reacciones de la capa límite, Sn para influir en la oxidación de las capas superiores y tierras raras, principalmente lantano y cerio, para mejorar el comportamiento del flujo del material fundido. Entre las impurezas que pueden estar presentes en un revestimiento anticorrosivo de acuerdo con la invención se cuentan los componentes que, como consecuencia del recubrimiento por inmersión en material fundido, pasan del sustrato de acero al revestimiento en cantidades que no afectan las propiedades del revestimiento.

Se ha mostrado que en el caso de contenidos relativamente bajos de Al de un baño de material fundido que se usa para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención, ajustando adecuadamente la temperatura de inmersión del fleje y/o la temperatura del baño, incluso la característica de la estructura de la capa deseada puede influirse de manera directa. Mediante la realización del procedimiento de acuerdo con la invención se logra en este caso que se acumulen los altos contenidos de Al y Mg en la capa límite adyacente al sustrato de acero, mientras que en la capa intermedia se encuentran presentes contenidos de Al particularmente bajos. Aquí, a la diferencia entre la temperatura del fleje al sumergirse y la temperatura del baño de material fundido se le atribuye una importancia particular. Variando esta diferencia en el intervalo de -10 °C a 70 °C es posible ajustar de manera segura y dirigida la presencia mínima de Al, de acuerdo con la invención, en la capa intermedia.

Propiedades de soldadura particularmente favorables surgen si el contenido de aluminio en la capa intermedia se reduce tanto como sea posible. Por lo tanto, una configuración ventajosa de la invención prevé que el contenido de Al en la capa intermedia se limite a 0,25 % en peso.

Además, la estructura de capa usada por la invención tiene un efecto particularmente positivo en la capacidad de soldadura y la capacidad de fosfatación mientras que aún mantiene un buen efecto anticorrosivo del revestimiento cuando el grosor de la capa intermedia es de al menos 25 % del grosor total del revestimiento anticorrosivo. Los datos contenidos en la presente y en las reivindicaciones sobre la estructura de la capa de revestimiento anticorrosivo y sus capas individuales se refieren a un perfil de capas determinado por medio de una medición con GDOS (glow discharge optical emission spectrometry o espectrometría de emisión óptica de descarga luminiscente). El procedimiento de medición GDOES descrito por ejemplo en VDI Glosario de tecnología de materiales, publicado por Hubert Gräfen, editorial VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1993, es un procedimiento estándar para detectar rápidamente un perfil de concentración en los recubrimientos.

En los perfiles planos de acero fabricados de acuerdo con la invención, una medición de GDOS de este tipo muestra que en la capa superior adyacente en forma directa a la superficie del revestimiento, a causa de la oxidación causada por la fabricación, surge de manera inevitable un contenido elevado de Al. Puesto que el grosor de esta capa superior, comparado con el grosor total del revestimiento, es no obstante muy pequeño, la capa superficial durante la soldadura de un producto plano de acero de acuerdo con la invención se quiebra fácilmente y el resultado de la soldadura se ve afectado sólo de manera insignificante. Con el fin de excluir cualquier efecto negativo de la capa superficial que contiene contenidos elevados de Al, el espesor de la capa superficial debe limitarse a menos de 10 %, principalmente a menos de 1 % del grosor total del revestimiento anticorrosivo. Estudios prácticos han confirmado que en productos planos de acero proporcionados de acuerdo con la invención la capa superficial es respectivamente de máximo 0,2 µm de gruesa de modo que a grosores de revestimiento habituales de 6 µm y más, la fracción de la capa límite superficial en el grosor total de la estructura de revestimiento es de aproximadamente 3,5 % o muy por debajo de esto.

En productos planos de acero fabricados de acuerdo con la invención, el revestimiento presenta contenidos de Fe que son de más de 0,3 % en peso, principalmente más de 0,4 % en peso o incluso más de 0,5 % en peso. Los contenidos relativamente altos de Fe se encuentran presentes en este caso principalmente en la zona de la capa límite adyacente al sustrato de acero. En esta se forma preferiblemente una aleación que garantiza una adherencia óptima del revestimiento sobre el sustrato de acero. De esta manera, un producto plano de acero proporcionado de acuerdo con la invención presenta propiedades de uso que son superiores a aquellas de los productos planos de acero convencionales si presentan altos contenidos de Mg y Al en su revestimiento protector.

Adicional a la estructura de la capa del revestimiento anticorrosivo de acuerdo con la invención, con el fin de optimizar aún más la capacidad de soldadura y la capacidad de fosfatación de un producto plano de acero fabricado de acuerdo con la invención, el contenido de Al del revestimiento anticorrosivo puede limitarse a menos de 0,6 % en peso, principalmente a menos de 0,5 % en peso.

5 A fin de asegurar su efecto, el grosor total del revestimiento anticorrosivo debe ser de al menos 5 μm , principalmente de al menos 7 μm . En este caso, la distribución de peso del recubrimiento del revestimiento anticorrosivo de al menos 100 g/m^2 ha demostrado ser particularmente favorable con respecto al efecto protector. A pesar del elevado grosor de capa del revestimiento anticorrosivo, no se afecta negativamente la capacidad de soldadura debido a la distribución de su contenido de Al, prescrita de acuerdo con la invención.

10 Resultados de producto particularmente buenos se logran si la temperatura del baño de material fundido es de 440 – 480 °C.

De manera sorprendente ha resultado que la velocidad con la cual el sustrato de acero pasa por el baño de material fundido tiene solamente una influencia inferior sobre el resultado del recubrimiento. Por lo tanto, esta puede variar dentro del intervalo de 50 - 200 m/min con el fin de lograr el resultado óptimo de operación a máxima productividad.

15 El recocido del fleje de acero que precede al baño de material fundido debe realizarse en una atmósfera de gas protector con el fin de impedir una oxidación de la superficie de la chapa. Para este propósito, la atmósfera de gas protector contiene de una manera conocida más de 3,5 % en volumen de H_2 y el resto respectivamente de N_2 . De manera conocida, la temperatura de recocido también puede encontrarse en el intervalo de 700 - 900 °C.

20 Desviando la temperatura de entrada de fleje del sustrato de acero en el intervalo de -10 °C a +70 °C de la temperatura del baño de material fundido también se logra que el baño de material fundido mantenga su temperatura óptima de manera uniforme a pesar de la entrada del sustrato de acero.

25 El mismo baño de material fundido contiene preferiblemente en todo caso trazas de hierro puesto que el contenido de Fe en la capa de recubrimiento anticorrosivo de acuerdo con la invención debe ajustarse mediante la inclusión de hierro a la aleación que proviene del sustrato de acero. Por consiguiente, el contenido de Fe del baño de material fundido se limita preferiblemente máximo 0,1 % en peso, principalmente a máximo 0,07 % en peso.

30 La buena capacidad de tratamiento, a la vez que la buena protección anticorrosión y la buena capacidad de fosfatación son independientes del tipo y de naturaleza del sustrato de acero. De esta manera, los experimentos prácticos han demostrado que no surgen diferencias esenciales en las propiedades de productos planos de acero fabricado de acuerdo con la invención si el sustrato de acero es un acero IF, por ejemplo un acero micro-aleado convencional, o un acero normalmente aleado, tal como un acero de calidad convencional.

A continuación, la invención se explica por medio de ejemplos de realización.

Diagrama 1: muestra la representación gráfica de la distribución determinada mediante una medición de GDOS de los contenidos de Zn, Mg, Al y Fe por el grosor de un primer revestimiento anticorrosivo aplicado sobre un sustrato de acero;

35 Diagrama 2 muestra la representación gráfica de la distribución de los contenidos de Zn, Mg, Al y Fe por el espesor de un segundo revestimiento anticorrosivo aplicado sobre un sustrato de acero, determinada mediante una medición de GDOS.

40 Para la fabricación de muestras de productos planos de acero, con buena capacidad de soldarse por puntos y de fosfatarsse, que tienen alta resistencia a la corrosión, ha sido recocido un fleje de acero que sirve como sustrato de acero en una atmósfera que contiene 5 % de H_2 cuyo punto de rocío se encontraba en $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, durante un tiempo de permanencia respectivamente de 60 segundos. La temperatura de recocido fue de 800 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C/s.

45 Después de recocer, el fleje de acero ha sido enfriado con una velocidad de enfriamiento de 5 a 30 °C/s de manera acelerada a una temperatura de $470\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, a la cual se ha mantenido durante 30 s. A continuación, el fleje de acero se ha pasado por un baño de material fundido con una velocidad de inmersión del fleje de 100 m/min , cuya temperatura de baño fue de $460\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. La temperatura de entrada del fleje de acero se encontraba respectivamente 5 °C por encima de la temperatura del baño de material fundido.

50 La composición respectiva del baño de material fundido, así como los análisis del revestimiento anticorrosivo sobre el lado superior e inferior por medio del galvanizado en caliente en el baño de material fundido, se encuentran recopilados, en tanto se hayan determinado, en la tabla 1 para 12 muestras E1-E12 recubiertas de la manera previamente descrita. Se muestra que los revestimientos respectivamente formados sobre el sustrato de acero presentan altos contenidos de Fe. La aleación con Fe que ocurre en el transcurso de la generación del revestimiento asegura una capacidad de adherencia particularmente alta del revestimiento sobre el sustrato de acero.

- Además, los análisis de la distribución de los contenidos de Zn, Al, Mg y Fe por el grosor del revestimiento anticorrosivo formado respectivamente sobre el sustrato de acero han mostrado que el contenido de Al del revestimiento en una capa intermedia cercana a la superficie, cuyo grosor es de respectivamente en más de 25 % del grosor de la capa (grosor total) del revestimiento, se encuentra respectivamente por debajo de 0,2 %. La distribución correspondiente por el grosor D (D de la superficie = 0 μm) se encuentra representado gráficamente para las muestras E1 y E2 en los diagramas 1 y 2.
- En los diagramas puede reconocerse que en la superficie del revestimiento respectivo se ha formado una capa límite de superficie cuyo contenido de Al es alto a consecuencia de la oxidación. El grosor de esta capa límite de superficie se encuentra, no obstante, en máximo 0,2 μm y por lo tanto se quiebra fácilmente en caso de soldadura por puntos o por láser sin que se perjudiquen la calidad del resultado de soldadura.
- A la capa límite de superficie le sigue una capa intermedia de aproximadamente 2,5 μm de gruesa, cuyo contenido de Al se encuentra respectivamente por debajo de 0,2 %. El grosor de la capa intermedia se encuentra, por lo tanto, en aproximadamente 36 % del grosor total de la capa del respectivo revestimiento anticorrosivo de 7 μm .
- La capa intermedia se convierte en una capa límite anexa al sustrato de acero en la cual los contenidos de Al, Mg y Fe se han incrementado ostensiblemente en comparación con los contenidos correspondientes de la capa intermedia.
- Con el fin de verificar la dependencia de la estructura de capa y la composición de un revestimiento anticorrosión generado de acuerdo con la invención del sustrato de acero tratado respectivamente y de la temperatura de entrada de fleje y la temperatura del baño, han sido generadas otras pruebas E13-E22 en un experimento de laboratorio, con un revestimiento anticorrosivo, a base de un acero IF micro-aleado convencional y un acero QS de calidad igualmente convencional. La composición de los aceros IF y QS se indica en la tabla 3.
- Los parámetros de operación establecidos en los experimentos de laboratorio, así como un análisis de la capa de revestimiento, que fue generada de manera correspondiente, se recopilan en la tabla 2. Se mostró que el resultado del recubrimiento principalmente con respecto a la inclusión de altos contenidos de Fe que provienen del sustrato de acero y la formación de la capa intermedia cercana a la superficie con menos de 0,25 % en peso de contenidos de Al es independiente de la composición del sustrato de acero.
- En total, los estudios efectuados en las muestras E1 - E22 han confirmado que con el recubrimiento anticorrosivo generado de acuerdo con la invención se encuentran presentes acumulados los elementos Mg y Al en forma de óxidos en la capa límite a la superficie, adyacente directamente a la superficie del revestimiento. Además, el óxido de Zn se encuentra presente sobre la superficie.
- Adicionalmente han sido realizados experimentos operativos B1 - B19 en los cuales como sustrato de acero han sido usados flejes de acero compuestos por el acero de calidad QS. Los parámetros de operación establecidos en este caso, la respectiva composición del baño de material fundido así como un análisis de la capa anticorrosiva obtenida sobre el sustrato de acero se indican en la tabla 4.
- Los ensayos operativos han confirmado en todo su alcance el resultado de los experimentos de laboratorio precedentes. El grosor de la capa límite de superficie que asimila la oxidación superficial es de máximo 0,2 μm en las muestras estudiadas y en relación con el perfil de capa determinado mediante medición de GDOS se encuentra respectivamente en el intervalo hasta de 2,7 % de los grosores de capa total. La cantidad de la acumulación de Al en la superficie inmediata se encuentra en máximo aproximadamente 1 % en peso. A esto le sigue, hasta un grosor de al menos 25 % de la capa total del revestimiento, la capa intermedia con un contenido bajo de Al de máximo 0,25 % en peso. En la capa límite el contenido de Al se incrementa a 4,5 % en la frontera con el sustrato de acero. La acumulación de Mg en la superficie inmediata del revestimiento es ostensiblemente mayor que la acumulación de Al. Si se logran fracciones de Mg hasta de 20 %. Después, se disminuye la fracción de Mg- por la capa intermedia y a una profundidad de aproximadamente 25 % del grosor de la capa total del revestimiento asciende a 0,5 a 2 %. Por la capa límite también se encuentra un incremento del contenido de Mg en dirección del sustrato de acero. En la frontera con el sustrato de acero, el contenido de Mg es hasta de 3,5 %.

Tabla1

Muestra	¿De acuerdo con la invención?	Baño de material fundido				Análisis de capa lados superior				Análisis de capa lado inferior				
		Al	Fe	Mg		Al	Fe	Mg		Al	Fe	Mg		
		% ^{*)}	% ^{*)}	% ^{*)}	% ^{*)}	% ^{*)}	% ^{*)}	% ^{*)}	% ^{*)}	% ^{*)}	% ^{*)}	% ^{*)}	% ^{*)}	
E1	SI	0.201	0.011	1.589	1.16	1.06	1.52	41.5	7.0	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	9.0
E2	SI	0.205	0.090	2.024	1.18	1.07	1.90	40.5	7.0	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	8.5
E3	SI	0.189	0.021	0.733	0.47	0.37	0.75	76.9	10.6	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	7.7
E4	NO	0.189	0.021	0.733	0.66	0.58	0.75	50.0	6.7	1.61	1.09	0.77	17.6	2.1
E5	NO	0.202	0.013	0.790	1.38	1.37	0.76	20.7	4.0	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	2.9
E6	SI	0.209	n.e.	0.825	0.63	0.55	0.81	47.8	n.e.	0.71	0.61	0.82	43.5	n.e.
E7	SI	0.218	n.e.	0.498	0.87	0.8	0.48	37.4	n.e.	1.22	1.25	0.48	24.4	n.e.
E8	SI	0.218	n.e.	0.498	0.69	0.57	0.47	57.3	n.e.	1.19	1.11	0.48	30.1	n.e.
E9	SI	0.231	n.e.	1.265	1.16	1.13	1.29	35.1	n.e.	1.96	2.15	1.29	20.0	n.e.
E10	SI	0.231	n.e.	1.265	1.12	1.11	1.24	28.7	n.e.	1.35	1.42	1.24	21.4	n.e.
E11	SI	0.196	n.e.	0.288	1.65	1.94	n.e.	27.3	n.e.	2.96	3.88	0.27	14.6	n.e.
E12	SI	0.200	0.011	0.297	1.02	1.09	n.e.	43.2	n.e.	0.59	0.62	0.27	83.8	n.e.

*) Resto de Zn e impurezas inevitables; n.e. = No determinado

Tabla 2

Muestra	Acero	Tempe- ratura de recocido [°C]	Temperatura de entrada de fleje [°C]	Temperatura de baño [°C]	Peso de capa [g/m ²]	Al		Fe		Mg	Al	Fe		Mg
						Al	Fe	Al	Fe			Al	Fe	
E13	IF	800	446	440	51,8	0,52	0,36	1,21	0,27	0,19	0,62	0,19	0,62	
E14	QS	800	446	440	55,9	0,56	0,40	1,16	0,31	0,22	0,65	0,22	0,65	
E15	IF	800	486	460	64,3	0,81	0,75	1,15	0,62	0,48	0,74	0,48	0,74	
E16	QS	760	466	460	54,1	0,98	0,84	1,21	0,53	0,46	0,65	0,46	0,65	
E17	IF	800	486	460	49,4	1,08	0,97	1,18	0,53	0,48	0,58	0,48	0,58	
E18	QS	760	486	460	55,1	0,97	0,84	1,19	0,53	0,46	0,66	0,46	0,66	
E19	IF	800	500	460	54,3	1,14	1,08	1,20	0,62	0,59	0,66	0,59	0,66	
E20	QS	760	500	460	36,7	1,50	1,41	1,19	0,55	0,52	0,44	0,52	0,44	
E21	IF	800	486	480	62,4	1,15	1,26	1,15	0,72	0,79	0,72	0,79	0,72	
E22	QS	760	486	480	43,8	1,57	1,68	1,16	0,68	0,73	0,51	0,73	0,51	

Tabla 3

Acero	C	Si	Mn	P	S	Ti	Al
	[% en peso]						
IF	0,003	0,02	0,13	0,010	0,012	0,07	0,03
QS	0,07	0,04	0,40	0,012	0,005	0,005	0,04
Resto de acero e impurezas inevitables							

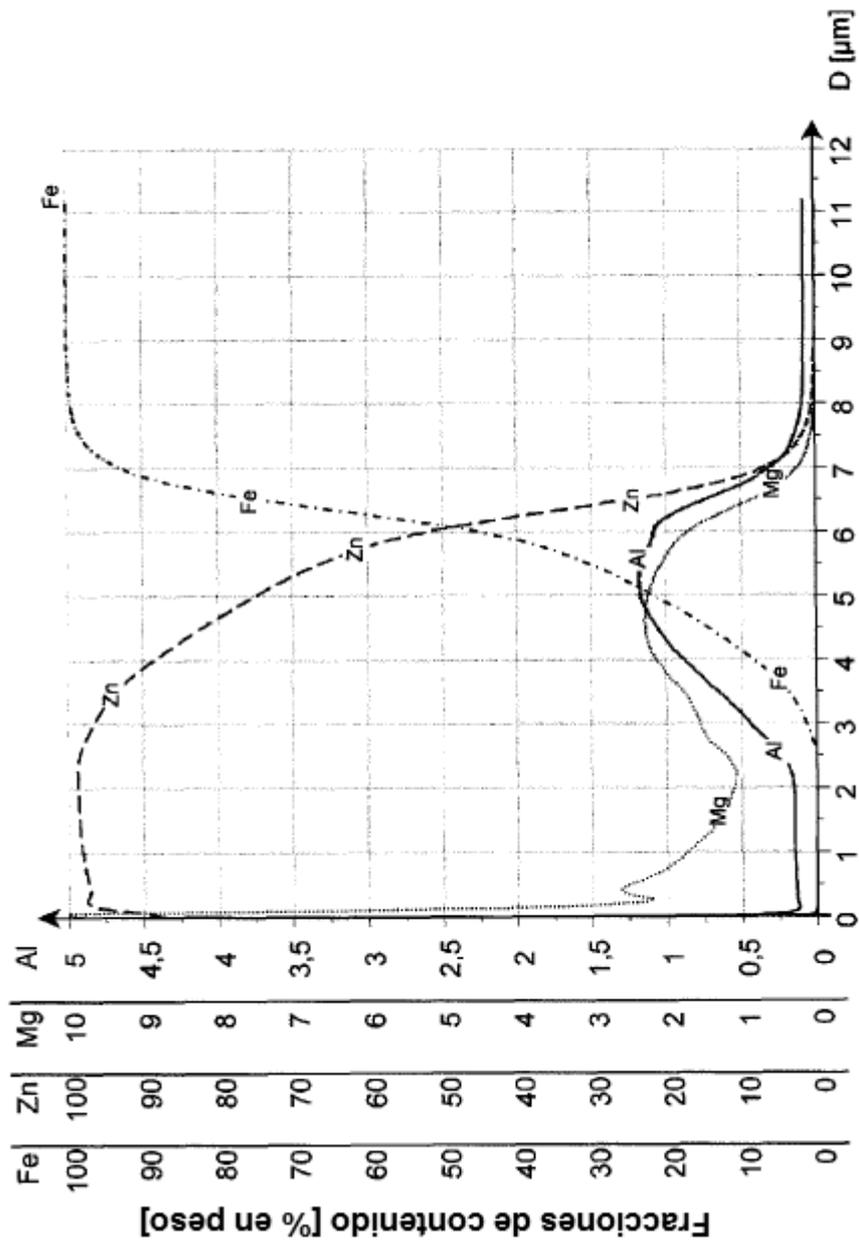
Tabla 4

Ensayo	¿De acuerdo con la invención?	Temperatura de entrada del fleje BET	Temperatura del baño BT [°C]	Diferencia a BET-BT	Grosor del revestimiento [µm]	Peso de la capa [g/m ²]	Al [% En peso ^{*)}		Mg	Fe	
							Al	Fe			
B1	NO	516	466	50	4,9	34,7	1,61	1,46	0,81	0,56	0,51
B2	SI	636	478	68	7,8	66,1	1,00	0,88	0,82	0,55	0,48
B3	SI	600	472	28	11,4	80,6	0,66	0,51	0,82	0,52	0,41
B4	SI	622	472	50	10,2	72,1	0,94	0,82	0,81	0,68	0,59
B5	SI	493	467	26	5,7	40,2	0,66	0,47	0,81	0,27	0,19
B6	NO	467	466	1	11,2	79,2	0,43	0,20	0,81	0,34	0,15
B7	NO	483	464	19	4,8	34,4	0,97	0,92	0,83	0,33	0,32
B8	SI	609	466	43	9,2	66,5	0,72	0,61	0,81	0,47	0,40
B9	SI	609	466	43	9,5	67,7	0,84	0,74	0,81	0,57	0,50
B10	SI	606	471	35	7,0	40,6	1,14	1,06	0,81	0,66	0,62
B11	SI	606	471	35	5,2	37,1	1,13	1,06	0,81	0,42	0,39
B12	SI	621	467	64	5,5	39,1	1,32	1,22	0,81	0,51	0,48
B13	SI	621	467	64	8,1	57,6	1,01	0,94	0,81	0,58	0,54
B14	SI	479	460	19	7,3	51,8	0,55	0,41	1,11	0,28	0,21
B15	SI	479	460	19	10,7	76,8	0,46	0,29	1,10	0,36	0,22
B16	NO	480	471	-11	4,3	30,7	0,66	0,66	1,11	0,20	0,17
B17	NO	480	471	-11	7,1	60,5	0,47	0,32	1,11	0,24	0,16
B18	SI	480	460	0	7,2	60,9	0,48	0,32	1,11	0,24	0,16
B19	NO	480	460	0	4,6	32,6	0,79	0,66	1,11	0,26	0,21
Medio	Medio	494	466	28	7,4	62,9	0,83	0,42	0,70	0,35	0,91
Max	Max	636	478	64	11,4	80,6	1,61	0,68	1,46	0,59	1,11
Mín	Mín	467	466	-11	4,3	30,7	0,43	0,20	0,20	0,15	0,81

*) Resto de Zn e impurezas inevitables;

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de un producto plano de acero en el cual sobre un sustrato de acero, tal como un fleje de acero o una chapa de acero, se genera un revestimiento anticorrosivo con un grosor total de al menos 5 μm , recociendo el sustrato de acero en una atmósfera de gas protector que contiene más del 3,5 % en volumen de H_2 y el resto de N_2 , a una temperatura de recocido de 700 - 900 °C y enfriando desde la temperatura de recocido a una temperatura de entrada del fleje, con la cual el sustrato de acero entra a un baño de material que contiene (en % en peso) el 0,1 - 0,4 % de Al, el 0,25 - 2,5 % de Mg, hasta el 0,2 % de Fe, el resto de zinc, así como impurezas inevitables, y está calentado a una temperatura de baño de 420 - 500 °C, ascendiendo la diferencia "BET-BT" entre la temperatura de entrada del fleje "BET" y la temperatura del baño "BT" a de -10 °C a +70 °C y variando de tal manera que se forma un revestimiento anticorrosivo sobre el sustrato de acero el cual contiene (en % en peso)
- 10 Mg: 0,25 - 2,5 %,
Al: 0,2 - 3,0 %,
Fe: más del 0,3 - 4,0 %, y opcionalmente en suma hasta el 0,8 % de uno o varios elementos del grupo de "Pb, Bi, Cd, Ti, B, Si, Cu, Ni, Co, Cr, Mn, Sn y tierras raras",
- 15 el resto zinc e impurezas inevitables, y que en una capa intermedia, que se extiende entre una capa de superficie adyacente directamente a la superficie del producto plano de acero y una capa límite adyacente al sustrato de acero y cuyo grosor es de al menos el 20 % del grosor total del revestimiento anticorrosivo, presenta un contenido de Al de como máximo el 0,5 % en peso.
- 20 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la temperatura de baño es de 440 - 480 °C.
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque la temperatura de entrada del fleje es de 410 - 510 °C.
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de Fe del baño de material fundido es de $\leq 0,1$ % en peso.



Diag. 1

