

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 112**

51 Int. Cl.:

C23C 2/06 (2006.01)

C23C 2/26 (2006.01)

C23C 2/28 (2006.01)

C23C 28/00 (2006.01)

C23C 30/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.07.2013 PCT/IB2013/055575**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014 WO2014122507**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2013 E 13762578 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2954086**

54 Título: **Chapa con revestimiento znalmg de microestructura particular y procedimiento de realización correspondiente**

30 Prioridad:
06.02.2013 WO PCT/FR2013/050250

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.06.2017

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

72 Inventor/es:
**ALLELY, CHRISTIAN;
DIEZ, LUC;
MACHADO AMORIM, TIAGO y
MATAIGNE, JEAN-MICHEL**

74 Agente/Representante:
SALVA FERRER, Joan

ES 2 620 112 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 con revestimiento ZnAlMg de microestructura particular y procedimiento de realización correspondiente

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a una chapa que comprende un sustrato en el que al menos una cara está revestida por un revestimiento metálico que comprende Al y Mg, siendo el resto del revestimiento metálico Zn, unas impurezas inevitables y, eventualmente, uno o varios elementos adicionales escogidos entre Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni o Bi, siendo el contenido en peso de cada elemento adicional en el revestimiento metálico inferior al 0,3%.
- 10 **[0002]** Los revestimientos metálicos galvanizados que comprenden esencialmente cinc y del 0,1 al 0,4% en peso de aluminio se utilizan tradicionalmente para su buena protección contra la corrosión.
- 15 **[0003]** Estos revestimientos metálicos se enfrentan actualmente a la competencia especialmente de los revestimientos que comprenden cinc y unas adiciones de magnesio y de aluminio, pudiendo ir respectivamente hasta el 10% y hasta el 20% en peso.
- [0004]** Tales revestimientos metálicos estarán designados globalmente aquí con el término de revestimientos cinc-aluminio-magnesio o ZnAlMg.
- 20 **[0005]** Los documentos US 3,505,043 y EP 2 119 804 divulgan tales revestimientos.
- [0006]** La adición de magnesio aumenta claramente la resistencia a la corrosión contra el óxido rojo de estos revestimientos, lo que puede permitir reducir su espesor o aumentar la garantía de protección contra la corrosión en el tiempo de espesor constante.
- 25 **[0007]** Estas chapas están destinadas por ejemplo al dominio del automóvil, al dominio del electrodoméstico o a la construcción.
- 30 **[0008]** Se pueden pintar antes o después de su conformación por los usuarios de estos dominios. Cuando se pintan antes de la conformación, se habla entonces de chapas «prelacadas», estando destinadas estas particularmente al dominio de electrodoméstico o a la construcción.
- [0009]** En el caso de las chapas prelacadas, estando el conjunto del procedimiento de realización de las chapas asegurado por el siderúrgico, los costes y las limitaciones vinculadas a la pintura en el caso de los usuarios disminuyen.
- 35 **[0010]** No obstante, se observa que los revestimientos metálicos conocidos pueden estar sujetos a unos problemas de delaminación de las capas de pinturas, que conducen a una corrosión local de la chapa.
- 40 **[0011]** Un objeto de la invención es proporcionar una chapa revestida cuya resistencia a la corrosión aumenta cuando está pintada.
- [0012]** A tal efecto, la invención tiene como primer objeto una chapa según la reivindicación 1.
- 45 **[0013]** La chapa puede comprender igualmente las características de las reivindicaciones de 2 a 12, tomadas aisladamente o en combinación.
- [0014]** La invención tiene igualmente como objeto un procedimiento según la reivindicación 13.
- 50 **[0015]** El procedimiento puede comprender igualmente las características de las reivindicaciones 14 y 15, tomadas aisladamente o en combinación.
- [0016]** La invención se va a ilustrar ahora por unos ejemplos dados a título indicativo, y no limitativo, y en referencia a las figuras anexas en las cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática en sección que ilustra la estructura de una chapa según la invención, después de la pintura,
- las figuras de 2 a 4 son unos esquemas que ilustran la microestructura de la superficie en el estado bruto de los

revestimientos metálicos de la chapa de la figura 1,

- la figura 5 es un diagrama que ilustra los resultados de pruebas de delaminación realizados en una muestra de chapa según la invención y de chapas que no son conformes con la invención, y

- la figura 6 es un diagrama que ilustra unas curvas de densidad de corriente y de potencial de corrosión representativas de diferentes fases.

[0017] 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, recubierto en sí mismo por una película de pintura 9, 11.

10 **[0018]** Se observará que los espesores relativos al sustrato 3 y de las diferentes capas que lo recubren no se han respetado en la figura 1 a fin de facilitar la representación.

[0019] Los revestimientos 7 presentes en las dos caras 5 son análogos y solo se describirá uno en detalle a continuación. Como variante (no representada), solo una de las caras 5 presenta un revestimiento 7.

15

[0020] El revestimiento 7 tiene generalmente un espesor inferior o igual a 25 μm y que tiene como objetivo proteger el sustrato 3 contra la corrosión.

[0021] El revestimiento 7 comprende cinc, aluminio y magnesio. El contenido en peso de aluminio t_{Al} del revestimiento metálico 7 está comprendido entre el 3,6 y el 3,8%. El contenido en peso de magnesio t_{Mg} del revestimiento metálico 7 está comprendido entre el 2,7 y el 3,3%.

20

[0022] De preferencia, el contenido en magnesio t_{Mg} está comprendido entre el 2,9 y el 3,1%.

25 **[0023]** De preferencia, la relación másica $\text{Al}/(\text{Al}+\text{Mg})$ es superior o igual a 0,45, incluso superior o igual a 0,50, incluso superior o igual a 0,55.

[0024] Como se ilustra por las figuras de 2 a 4, el revestimiento 7 tiene una microestructura particular con una matriz laminar 13 de eutéctica ternaria $\text{Zn}/\text{Al}/\text{MgZn}_2$. Como se ve en la figura 3, la matriz laminar 13 forma unos granos separados por unas juntas 19.

30

[0025] En una forma preferida de la invención, la eutéctica ternaria constituye la totalidad de la microestructura del revestimiento.

35 **[0026]** La distancia interlaminar de la matriz laminar 13 puede variar lo bastante fuerte en el seno de sus granos, especialmente cerca de las estructuras eventualmente englobadas por esta matriz, estructuras que se van a describir ahora.

[0027] Además de la matriz laminar 13 precitada, la microestructura, en superficie y en sección transversal, puede comprender en reducidas cantidades unas dendritas 15 de Zn y unas flores 17 de eutéctica binaria Zn/MgZn_2 que no son demasiado perjudiciales para la mejora de la resistencia a la delaminación obtenida según la invención.

40

[0028] Para ello, los contenidos de superficie acumulados de dendritas 15 de Zn y de flores 17 de eutéctica binaria Zn/MgZn_2 en la superficie exterior 21 en el estado bruto son limitados.

45

[0029] De preferencia, el contenido de superficie acumulado de dendritas 15 de Zn en la superficie exterior 21 en el estado bruto es inferior al 5,0%, incluso el 3,0%, incluso el 2,0%, incluso el 1,0% e idealmente nulo y el contenido de superficie acumulado de flores 17 de eutéctica binaria Zn/MgZn_2 en la superficie exterior 21 en el estado bruto es inferior al 15,0%, incluso el 10,0%, incluso el 5,0%, incluso el 3,0% e idealmente nulo.

50

[0030] La microestructura puede comprender igualmente unas dendritas de eutéctica binaria Zn/Al o unas islas de MgZn_2 en cantidades muy reducidas ya que estas estructuras deterioran fuertemente la resistencia a la delaminación de las chapas revestidas según la invención.

55 **[0031]** En cualquier caso, el contenido de superficie acumulado de dendritas de eutéctica binaria Zn/Al en la superficie exterior 21 en el estado bruto es inferior al 1,0% y el contenido de superficie acumulado de islas de MgZn_2 en la superficie exterior 21 en el estado bruto es inferior al 1,0% y estos contenidos acumulados son de preferencia nulos.

[0032] Del mismo modo, los contenidos acumulados respectivos en sección transversal, de dendritas de eutéctica binaria Zn/Al y de islas MgZn₂ son de preferencia nulos.

[0033] Así, de manera general, la microestructura estará constituida por una matriz laminar 13 de eutéctica ternaria y, eventualmente, de dendritas 15 de Zn, de flores 17 de eutéctica binaria Zn/MgZn₂, de dendritas de eutéctica binaria Zn/Al y de islas de MgZn₂. No obstante, en función de la presencia de elementos opcionales adicionales mencionados más adelante, la microestructura podrá comprender igualmente reducidas cantidades de otras estructuras englobadas en la matriz laminar 13 de eutéctica ternaria.

10 **[0034]** Los contenidos de superficie acumulados para cada estructura se miden por ejemplo tomando al menos 30 vistas con crecimiento X1000 de la superficie exterior 21 en el estado bruto (es decir sin pulido pero eventualmente desengrasada por solvente orgánico) gracias a un microscopio electrónico de barrido.

15 **[0035]** Para cada una de estas vistas, se extraen los contornos de la estructura cuyo contenido se debe medir, después de calcula por ejemplo gracias al programa AnalySIS Docu 5.0 de Olympus Soft Imaging Solutions GmbH, el índice de ocupación de la superficie exterior 21 por la estructura en cuestión. El índice de ocupación calculado de este modo es el contenido de superficie acumulado de la estructura en cuestión.

20 **[0036]** Las películas de pintura 9 y 11 están basadas por ejemplo en polímeros. Estos polímeros pueden ser unos poliésteres o unos derivados halogenados de polímeros vinílicos tales como unos plastisoles, PVDF...

[0037] Las películas 9 y 11 tienen característicamente unos espesores comprendidos entre 1 y 200 µm. Para realizar la chapa 1, se puede proceder por ejemplo del siguiente modo.

25 **[0038]** La instalación utilizada puede comprender una sola y misma línea o por ejemplo dos líneas diferentes para realizar respectivamente los revestimientos metálicos y la pintura. En el caso en que se utilicen dos líneas diferentes, pueden estar situadas en el mismo sitio o en unos sitios distintos. En la siguiente descripción, se considerará a título de ejemplo una variante en la que se utilizan dos líneas distintas.

30 **[0039]** En una primera línea de realización de los revestimientos metálicos 7, se utiliza un sustrato 3 obtenido por ejemplo por laminado en caliente después en frío. El sustrato 3 está en forma de una banda que se desplaza en un baño para depositar los revestimientos 7 por inmersión en caliente.

35 **[0040]** El baño es un baño de cinc fundido que contiene magnesio y aluminio. El baño puede contener igualmente hasta el 0,3% en peso de elementos opcionales adicionales tales como Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni o Bi.

40 **[0041]** Estos elementos diferentes adicionales pueden permitir, entre otros, mejorar la ductilidad o la adhesión de los revestimientos 7 sobre el sustrato 3. El experto en la materia que conoce sus efectos en las características de los revestimientos 7 sabrá emplearlos en función del objetivo complementario buscado. El baño puede contener por último unos elementos residuales que provienen de los lingotes de alimentación o que resultan del paso del sustrato 3 en el baño, tales como hierro en un contenido que vas hasta el 0,5% en peso y, generalmente, comprendido entre el 0,1 y el 0,4% en peso.

45 **[0042]** El baño tiene una temperatura Tb comprendida entre 360 °C y 480 °C, de preferencia entre 420 °C y 460 °C.

[0043] En la entrada del baño, el sustrato 3 tiene una temperatura de inmersión Ti tal como:

50
$$(2,34 \times t_{Al} + 0,655 \times t_{Mg} - 10,1) \times 10^{-6} \leq \exp(-10584/Ti)$$

donde Ti se expresa en grados Kelvin.

55 **[0044]** Tal temperatura de inmersión Ti permite obtener la microestructura precitada con poco o ninguna estructura englobada en la matriz laminar 13.

[0045] Generalmente, esta temperatura Ti se determina in situ a partir de una medición efectuada unos metros más arriba del baño por una técnica pirométrica después la aplicación de un modelo térmico para calcular la

temperatura T_i .

[0046] Para hacer variar T_i y satisfacer la ecuación precitada, se modifican las condiciones de refrigeración del sustrato 3 más arriba del baño. Esta refrigeración se puede garantizar por soplado de gas de refrigeración inerte sobre las dos caras 5 del sustrato 3 por medio de cajas de refrigeración, pudiendo ser regulada la presión del gas. Es igualmente posible actuar sobre la velocidad de desplazamiento del sustrato 3 en la zona de refrigeración o incluso sobre la temperatura del sustrato 3 en la entrada de esta zona, por ejemplo.

[0047] Tras el depósito de los revestimientos 7, el sustrato 3 se escurre por ejemplo por medio de boquillas que proyectan un gas a ambos lados del sustrato 3.

[0048] A continuación, se dejan refrigerar los revestimientos 7 de forma controlada para que se solidifiquen.

[0049] Como variante, se puede efectuar un cepillado para quitar el revestimiento 7 depositado sobre una cara 5 de modo que solo una de las caras 5 de la chapa 1 esté revestida en definitiva por un revestimiento 7.

[0050] La refrigeración controlada del o de cada revestimiento 7 se asegura a una velocidad de preferencia superior o igual a 15 °C/s entre el inicio de la solidificación (es decir cuando el revestimiento 7 cae justo bajo la temperatura del liquidus) y el final de la solidificación (es decir cuando el revestimiento 7 alcanza la temperatura del solidus). De preferencia aún, la velocidad de refrigeración del o de cada revestimiento 7 entre el inicio de la solidificación y el final de solidificación es superior o igual a 20 °C/s .

[0051] La banda tratada de este modo puede ser sometida a continuación a una etapa denominada de laminación de ajuste que permite su martillado en frío y conferirle una rugosidad que facilita su conformación posterior.

[0052] La banda se puede enrollar eventualmente antes de ser enviada hacia una línea de prelavado.

[0053] Las superficies exteriores 21 de los revestimientos 7 están sometidas eventualmente a una etapa de desengrasado y eventualmente a una etapa de tratamiento de superficie para aumentar la adherencia de la pintura y la resistencia a la corrosión.

[0054] Las eventuales etapas de desengrasado y de tratamiento de superficie pueden comprender otras subetapas de aclarado, secado...

[0055] La pintura se puede realizar a continuación por ejemplo por depósito de dos capas de pinturas sucesivas, a saber una capa de pintura de fondo y una capa de acabado lo que es generalmente el caso para realizar la película superior 9 o por depósito de una capa de pintura única, lo que es generalmente el caso para realizar la película inferior 11. Otros números de capas se pueden utilizar en ciertas variantes.

[0056] El depósito de las capas de pintura se garantiza por ejemplo por unos barnizadores de rodillos.

[0057] Cada depósito de una capa de pintura está seguido generalmente de una etapa de cocción en un horno.

[0058] La chapa 1 obtenida de este modo se puede enrollar de nuevo antes de ser recortada, eventualmente conformada y ensamblada con otras chapas 1 u otros elementos por unos usuarios.

Ensayo 1

[0059] Se ha preparado una muestra de chapa 1 según la invención y unas muestras de chapas que no corresponden a la invención haciendo variar la temperatura de inmersión T_i , t_{AI} y t_{MG} de las muestras. Las microestructuras correspondientes se han analizado para determinar las estructuras existentes y sus contenidos de superficie acumulados.

55

Ensayo	t _{Al} (%)	t _{Mg} (%)	Ti (K)	Microestructura del revestimiento – contenidos de superficie acumulados				
				Eutéctica ternaria (%)	Dendritas de Zn (%)	Flores de eutéctica binaria Zn/MgZn ₂ (%)	Dendritas de eutéctica binaria Zn/Al (%)	Islas de MgZn ₂ (%)
1*	3,7	3,0	753	100	0	0	0	0
2	3,7	3,0	713	95	0	0	5	0
3*	3,7	3,3	753	100	0	0	0	0
4	3,7	3,3	713	80	0	15	0	5

* según la invención

Ensayo 2

- 5 **[0060]** Se ha sometido una muestra de chapa 1 según la invención y de chapas no correspondientes a la invención a unas pruebas de delaminación para medir su resistencia a la corrosión bajo pintura.
- [0061]** Más precisamente, los revestimientos de las chapas probadas tenían unos espesores de 8 µm.
- 10 **[0062]** La composición de los revestimientos 7 de las chapas 1 según la invención tenía un contenido t_{Al} de 3,7% y un contenido t_{Mg} de 3,0%. Como se ha indicado bajo el eje de las abscisas en la figura 5, las otras composiciones de revestimientos probadas tenían unos valores de t_{Al} de 0,3 %, 1,5%, 6,0% y 11,0% y de t_{Mg} de 1,0%, 1,5%, 3,0 y 3,0%.
- 15 **[0063]** La microestructura de la chapa según la invención estaba constituida únicamente de eutéctica ternaria y se ha obtenido por inmersión en un baño de revestimiento a una temperatura T_b = 460 °C, presentando la banda una temperatura T_i = 480 °C.
- [0064]** Las pruebas de corrosión eran conformes a la norma VDA 621-415 (10 ciclos).
- 20 **[0065]** Más precisamente, las chapas probadas se han fosfatado, recubiertas de una capa de cataforesis y rayadas hasta el sustrato con una lámina de 1 mm de ancho.
- [0066]** Los anchos máximos de delaminación Ud medidos en mm después de las pruebas de corrosión para las diferentes chapas probadas se ponen en ordenadas en la figura 5.
- [0067]** Como se puede constatar, los anchos de delaminación son óptimos para la chapa según la invención.
- [0068]** De manera del todo sorprendente, se constata que aumentando los contenidos acumulados en aluminio y en magnesio más allá de los valores de la invención, se deteriora la resistencia a la delaminación y, por tanto, a la corrosión.
- 30 **[0069]** Los inventores estiman en el momento actual que esta buena resistencia a la corrosión bajo pintura es debida a la microestructura particular de los revestimientos 7 que permite limitar los riesgos de acoplamiento
- 35 eléctrico entre sus diferentes estructuras y la matriz laminar 13.
- [0070]** Debido a la reducida presencia de estructuras englobadas en la matriz laminar 13, en la superficie exterior 21 de cada revestimiento 7, los riesgos de disolución selectiva de estas fases se reducen en efecto.
- 40 **[0071]** En la figura 6, el potencial de corrosión con respecto a un electrodo de referencia al calomelano saturado en KCl (ECS) se pone en abscisa y la densidad de corriente en ordenada. La curva 23 corresponde a una composición que comprende el 3,7% en masa de Al y el 3,0% en masa de Mg, siendo el resto Zn. Esta curva es por tanto representativa de la matriz laminar 13.
- 45 **[0072]** La figura 6 muestra que el riesgo de acoplamiento corrosivo de la matriz laminar 13 es más importante con unas estructuras que contienen Al (curva 25), Mg (curva 27) y Zn (curva 29).

[0073] De manera general, las chapas 1 según la invención no se comercializan necesariamente en forma pintada (chapas «prelacadas») y/o pueden estar revestidas de al menos una capa de aceite.

REIVINDICACIONES

1. Chapa (1) que comprende un sustrato (3) en el que 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, unas impurezas inevitables y, eventualmente, uno o varios elementos adicionales escogidos entre Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr 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 aluminio t_{Al} comprendido entre el 3,6 y el 3,8% y un contenido en peso en magnesio t_{Mg} comprendido entre el 2,7 y el 3,3%, teniendo el revestimiento metálico (7) una microestructura que comprende una matriz laminar (13) de eutéctica ternaria Zn/Al/MgZn₂ y:
- unas dendritas de Zn (15) con un contenido de superficie acumulado en la superficie exterior (21) del revestimiento (7) en el estado bruto nulo o inferior o igual al 5,0%,
 - unas flores de eutéctica binaria Zn/MgZn₂ (17) con un contenido de superficie acumulado en la superficie exterior (21) del revestimiento (7) en el estado bruto nulo o inferior o igual al 15,0%,
 - unas dendritas de eutéctica binaria Zn/Al con un contenido de superficie acumulado en la superficie exterior (21) del revestimiento metálico (7) en el estado bruto nulo o inferior al 1,0%,
 - unas islas de MgZn₂ con un contenido de superficie acumulado en la superficie exterior (21) del revestimiento (7) en el estado bruto nulo o inferior al 1,0%.
2. Chapa según la reivindicación 1, en la que el contenido en magnesio t_{Mg} está comprendido entre el 2,9 y el 3,1%.
3. Chapa según la reivindicación 1 ó 2, en la que la relación másica Al/(Al+Mg) es superior o igual a 0,45.
4. Chapa según una de las reivindicaciones precedentes, en la que la microestructura no comprende dendrita de eutéctica binaria Zn/Al.
5. Chapa según una de las reivindicaciones precedentes, en la que la microestructura no comprende isla de MgZn₂.
6. Chapa según una de las reivindicaciones precedentes, en la que el contenido de superficie acumulado de flores de eutéctica binaria Zn/MgZn₂ (17) en la superficie exterior (21) del revestimiento (7) en el estado bruto es inferior al 10,0%.
7. Chapa según la reivindicación 6, en la que el contenido de superficie acumulado de flores de eutéctica binaria Zn/MgZn₂ (17) en la superficie exterior (21) del revestimiento (7) en el estado bruto es inferior al 5,0%.
8. Chapa según una de las reivindicaciones precedentes, en la que el contenido de superficie acumulado de flores de eutéctica binaria Zn/MgZn₂ (17) en la superficie exterior (21) del revestimiento (7) en el estado bruto es inferior al 3,0%.
9. Chapa según la reivindicación 8, en la que el contenido de superficie acumulado de dendritas de Zn (15) en la superficie exterior (21) del revestimiento (7) en el estado bruto es inferior al 2,0%.
10. Chapa según la reivindicación 9, en la que el contenido de superficie acumulado de dendritas de Zn (15) en la superficie exterior (21) del revestimiento (7) en el estado bruto es inferior al 1,0%.
11. Chapa según la reivindicación 10, en la que la microestructura está constituida únicamente de eutéctica ternaria (13)
12. Chapa según una de las reivindicaciones precedentes, en la que el revestimiento metálico (7) está recubierto de al menos una capa de pintura y/o de una capa de aceite.
13. Procedimiento de realización de una chapa (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el procedimiento al menos unas etapas de:
- suministro de un sustrato (3) de acero,
 - depósito de un revestimiento metálico (7) sobre al menos una cara (5) por inmersión del sustrato (3) en un baño,

teniendo el sustrato una temperatura de inmersión T_i en la entrada en el baño tal que

$$(2,34 \times t_{Al} + 0,655 \times t_{Mg} - 10,1) \times 10^{-6} \leq \exp(-10584/T_i)$$

5 donde T_i está expresado en grados Kelvin, y

- solidificación del revestimiento metálico (7).

14. Procedimiento de realización según la reivindicación 13, en el que la velocidad de refrigeración del
10 revestimiento (7) entre el inicio de la solidificación y el final de solidificación es superior o igual a 15 °C/s.

15. Procedimiento de realización según la reivindicación 14, en el que la velocidad de refrigeración del
revestimiento (7) entre el inicio de la solidificación y el final de solidificación es superior o igual a 20 °C/s.

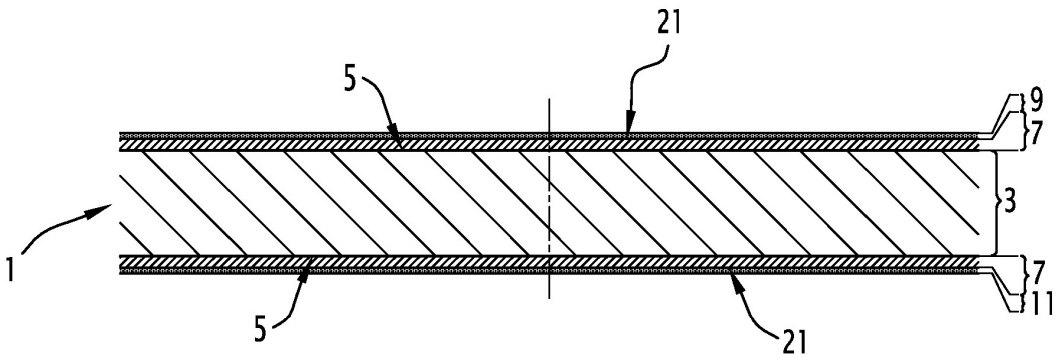


FIG.1

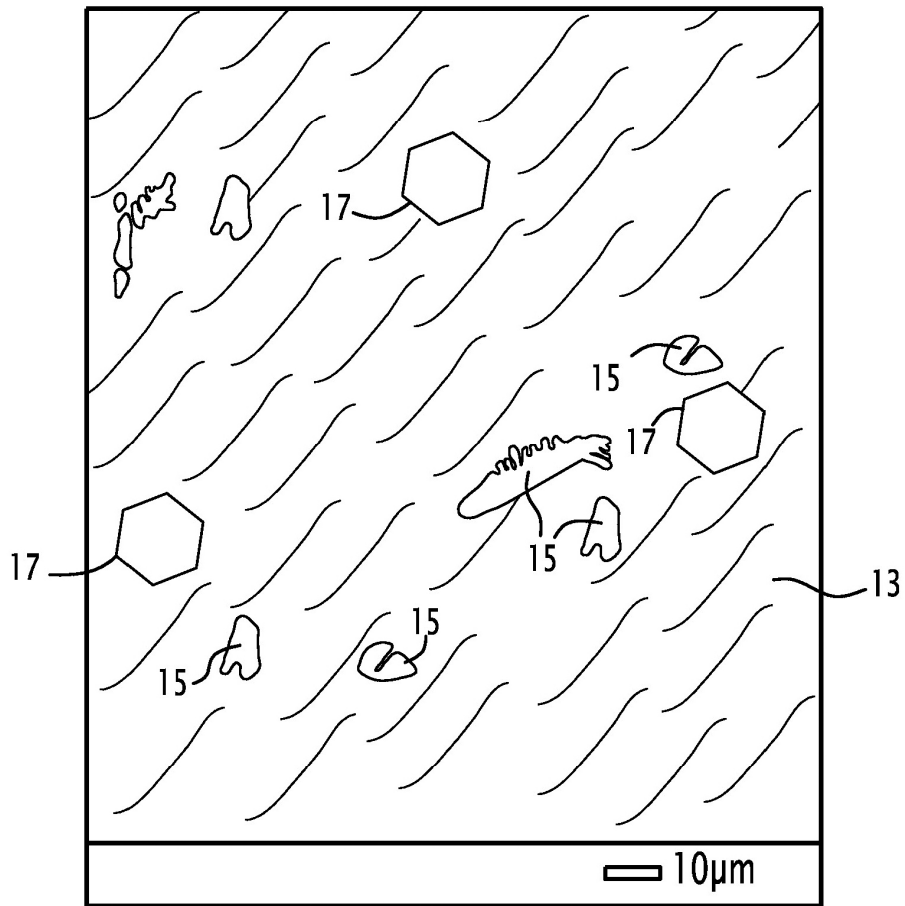


FIG.2

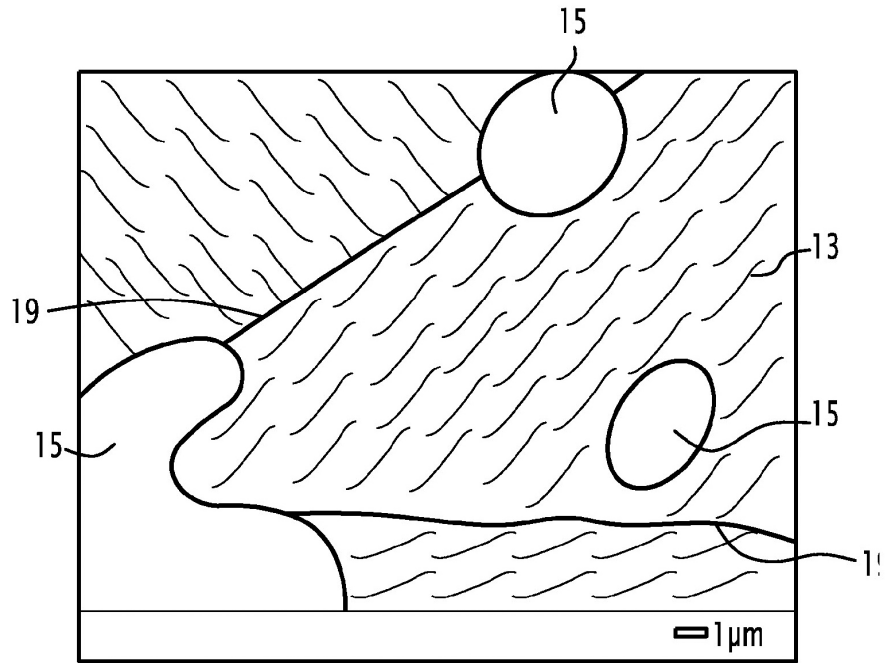


FIG.3

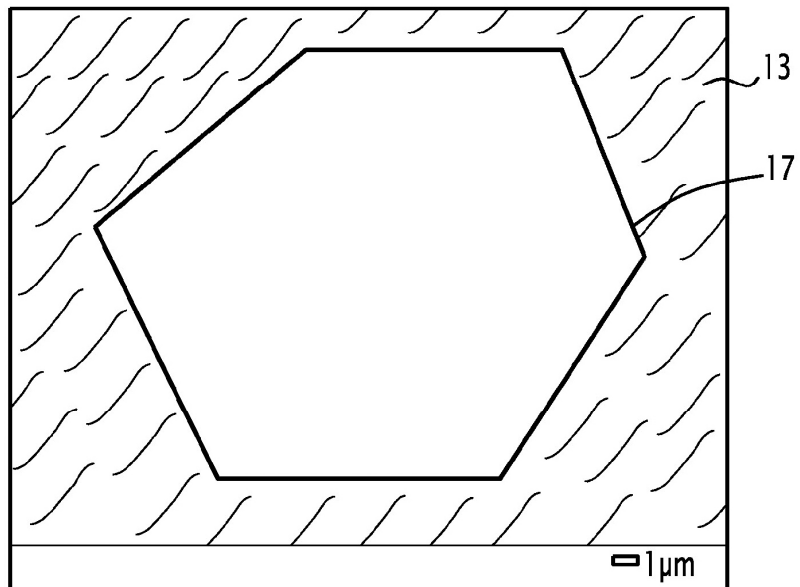


FIG.4

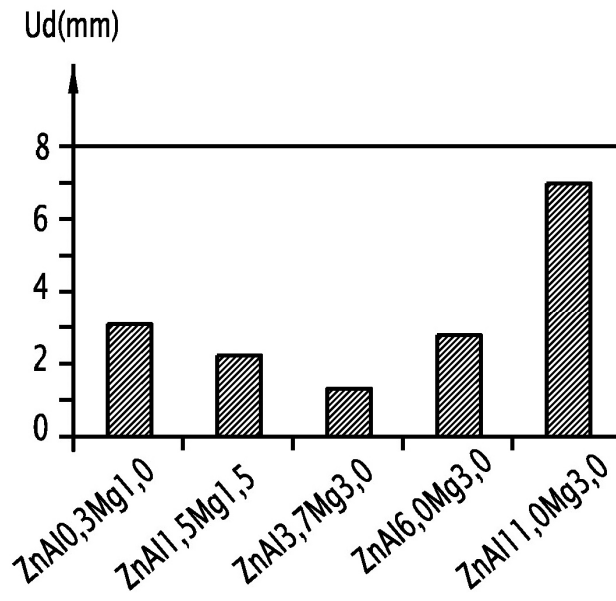


FIG.5

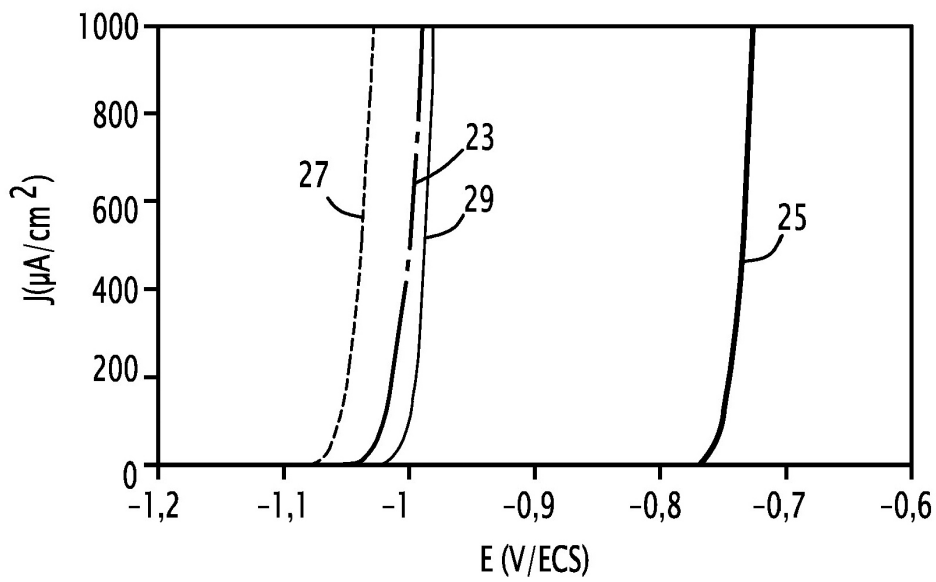


FIG.6