

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 837**

51 Int. Cl.:

**C23C 14/22** (2006.01)

**C23C 14/24** (2006.01)

**C23C 14/34** (2006.01)

**C23C 14/35** (2006.01)

**C23C 14/56** (2006.01)

**H01J 37/32** (2006.01)

**H01J 37/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2008 PCT/FR2008/000046**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2008 WO08107538**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2008 E 08761766 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2111477**

54 Título: **Procedimiento de revestimiento de un sustrato, instalación de aplicación del procedimiento y dispositivo metálico de alimentación de tal instalación**

30 Prioridad:

**16.01.2007 EP 07290054**

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

**12.11.2019**

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL (100.0%)  
24-26 Boulevard d'Avranches  
1160 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:

**CHALEIX, DANIEL;  
JACQUES, DANIEL y  
SPONEM, FLORENT**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

ES 2 730 837 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

Procedimiento de revestimiento de un sustrato, instalación de aplicación del procedimiento y dispositivo metálico de alimentación de tal instalación

5

**[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de revestimiento de sustrato en deslizamiento, destinado más particularmente al revestimiento de bandas de acero mediante capas con elementos metálicos, tales como el magnesio por ejemplo, sin excluir otros.

10 **[0002]** Se conocen diferentes procedimientos que permiten depositar en un sustrato en deslizamiento, tal como una banda de acero, revestimientos metálicos compuestos por una capa de metal, por varias capas sucesivas de diferentes metales, o incluso por aleaciones de metales. Entre estos, se podrá citar la galvanización por inmersión en caliente, la electrodeposición o incluso los diferentes procedimientos de depósito en vacío (*sputtering magnetron*, evaporación por efecto joule, por bombardeo electrónico y por plasma autoinducido también llamado SIP).

15

**[0003]** Los procedimientos de depósito en vacío presentan la ventaja de respetar el medio ambiente y permiten depositar virtualmente todos los elementos conocidos, e igualmente las aleaciones. Cuando se desea proceder al depósito en continuo de una capa metálica en un sustrato en deslizamiento, se plantea entonces el problema de la alimentación del recinto de depósito metálico para recubrir.

20

**[0004]** Se conoce un primer tipo de instalaciones de revestimiento en el que el metal para recubrir se mantiene en forma líquida por fusión en un horno, y después se conduce hacia la zona de depósito a través de una bomba por ejemplo, o incluso mediante el principio del barómetro. Este tipo de instalación no se adapta sin embargo al depósito de elementos metálicos que se subliman, es decir que pasan directamente de la fase sólida a la fase gaseosa.

25

**[0005]** Se conoce igualmente un segundo tipo de instalaciones de revestimiento en el que el metal para recubrir está en forma sólida, como por ejemplo en forma de hilos que se introducen de forma regular, e incluso en forma de gránulos que se colocan dentro de un crisol inerte de grafito.

30 **[0006]** Se conoce la patente US5230923 que describe un tercer tipo de instalación de revestimiento en continuo. En esta patente, se deposita un revestimiento de monóxido de silicio sobre una película plástica por evaporación en vacío mediante efecto joule. La instalación comprende un dispositivo de alimentación en continuo de la materia para recubrir.

35 **[0007]** Estas instalaciones permiten el depósito de elementos metálicos que se subliman, pero el procedimiento de depósito presenta inestabilidades que generan espesores de revestimiento no homogéneos en el transcurso del tiempo, así como una limitación de la potencia de calefacción que no permite alcanzar velocidades de depósito suficientes.

40 **[0008]** El objetivo de la presente invención es pues remediar los inconvenientes de los procedimientos de la técnica anterior poniendo a disposición un procedimiento de fabricación de un sustrato en deslizamiento mediante un metal o una aleación metálica sublimable que permita un funcionamiento estable en el tiempo a una velocidad de depósito elevada.

45 **[0009]** A este efecto, se establece un primer objeto de la presente invención a través de un procedimiento de revestimiento de al menos una cara de un sustrato en deslizamiento, por evaporación en vacío mediante plasma de una capa metálica o de aleación metálica susceptible de ser sublimada, según el cual dicho metal o aleación metálica se dispone junto a dicha cara del sustrato en forma de al menos dos lingotes colocados en contacto uno con otro, siendo la superficie de dichos lingotes, que está girada hacia dicha cara del sustrato, paralela al sustrato y a una distancia constante de éste, siendo dichos lingotes desplazados simultáneamente durante el revestimiento, de forma continua o secuencial, por traslación, estando la superficie de los lingotes opuesta a la girada hacia el sustrato en contacto con un plano inclinado, para mantener sus superficies giradas hacia el sustrato paralelas y a distancia constante de éste.

55 **[0010]** El procedimiento según la invención puede igualmente comprender diferentes características, tomadas solas o en combinación:

60 - los lingotes pueden desplazarse simultáneamente por traslación en un plano paralelo al plano de deslizamiento del sustrato y en una dirección perpendicular a la dirección de desplazamiento del sustrato, estando la superficie de los lingotes opuesta a la girada hacia el sustrato en contacto con un plano inclinado,

- los lingotes pueden desplazarse simultáneamente por traslación en un plano paralelo al plano de deslizamiento del sustrato y en una dirección perpendicular a la dirección de desplazamiento del sustrato, estando la superficie de los lingotes opuesta a la girada hacia el sustrato en contacto con un plano inclinado,

65

- el sustrato puede deslizarse en posición vertical, estando los lingotes apilados el uno sobre el otro,

5 -se puede recubrir el sustrato en sus dos caras por evaporación en vacío de una capa metálica o de aleación metálica susceptible de sublimarse, estando el metal o aleación metálica dispuesto junto a cada cara del sustrato en forma de al menos dos lingotes colocados en contacto el uno con el otro, estando la superficie de los lingotes girada hacia cada cara del sustrato paralela y a distancia constante de la cara del sustrato, durante el revestimiento,

- el metal o aleación metálica puede ser idéntico o diferente para cada cara del sustrato,

10 - el procedimiento de evaporación en vacío puede ser un procedimiento de depósito por evaporación, tal como un depósito por evaporación por plasma autoinducido (SIP).

- el metal o aleación metálica puede elegirse entre el zinc, el magnesio, el cromo, el manganeso, el silicio y sus aleaciones, y es de preferencia magnesio o una de sus aleaciones,

15 - el depósito por evaporación en vacío se puede realizar en una atmósfera reactiva,

- el sustrato en deslizamiento puede ser una banda de acero, eventualmente recubierta previamente, y de preferencia una banda de acero previamente recubierta de zinc o de aleación de zinc y en la que se deposita una capa de magnesio o de aleación de magnesio.

**[0011]** Un segundo objeto de la invención está constituido por una instalación de revestimiento en continuo de un sustrato S sobre al menos una de sus caras mediante una capa de un metal o de una aleación metálica susceptible de sublimarse, que comprenda un recinto en vacío que contenga:

25 - un dispositivo de revestimiento por evaporación en vacío mediante plasma,

- unos medios de deslizamiento de dicho sustrato S dentro del dispositivo de revestimiento,

30 - un dispositivo de alimentación 1, 11, 21 metálico o de aleación metálica del dispositivo de revestimiento, presentándose dicho metal o aleación metálica en forma de lingotes L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n y comprendiendo:

35 a. medios que permiten mantener los lingotes L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n en contacto los unos con los otros y mantener la superficie de los lingotes L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n girada hacia la cara para recubrir del sustrato S paralela y a distancia constante del sustrato S

40 b. medios que permiten desplazar simultáneamente los lingotes L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n de forma secuencial o continua para mantener sus superficies giradas hacia el sustrato S paralelas y a distancia constante de éste y

45 c. al menos un plano inclinado 2, 2' con el que los lingotes L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n están en contacto por su cara opuesta a la girada hacia el sustrato S, permitiendo los medios de desplazamiento de los lingotes L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n desplazarlos por traslación en un plano paralelo al plano de deslizamiento del sustrato S y en una dirección perpendicular a la dirección de desplazamiento del sustrato S y presentando el plano inclinado 2, 2' una inclinación que aumenta en la dirección de desplazamiento de los lingotes L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n.

**[0012]** La instalación según la invención puede igualmente comprender las siguientes variantes, tomadas solas o en combinación:

50 - dichos lingotes pueden desplazarse en una dirección perpendicular a la dirección de deslizamiento del sustrato S

- los medios de desplazamiento de los lingotes L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n pueden estar constituidos por al menos un pistón 3, 3' que actúa sobre un primer lingote L1, L'1 en contacto con un primer extremo del plano inclinado 2, 2', y que se extiende transversalmente respecto al sustrato S, actuando a su vez el primer lingote L1, L'1 sobre los lingotes L1, 55 ..., Ln, L'1, ..., L'n que le preceden sobre dicho plano inclinado 2, 2' hasta su segundo extremo,

- la instalación puede comprender un primer plano inclinado 2 provisto de lingotes L1 Ln y de un primer pistón 3 que actúa sobre el primer lingote L1 en contacto con el primer extremo del primer plano inclinado 2 y un segundo plano inclinado 2' provisto de lingotes L'1 L'n y de un segundo pistón 3' que actúa sobre el primer lingote L'1 en contacto con 60 el primer extremo del segundo plano inclinado 3', pudiendo dichos pistones 3, 3' actuar en la misma dirección o en direcciones contrarias,

- la instalación puede comprender dos recipientes 4 de recuperación por gravedad de los lingotes usados U, colocados bajo cada segundo extremo de los planos inclinados 2, 2',

65

- dichos lingotes pueden desplazarse en una dirección paralela a la dirección de deslizamiento del sustrato S

5 - los medios de desplazamiento de los lingotes L1, ..., Ln pueden estar constituidos por al menos un pistón 13, 23 que actúa sobre un primer lingote L1, en contacto con un primer extremo del plano inclinado 12, 22, y que se extiende longitudinalmente respecto al sustrato S, actuando a su vez el primer lingote L1, sobre los lingotes L2 Ln que le preceden sobre dicho plano inclinado 12, 22 hasta su segundo extremo,

10 - la instalación puede comprender un recipiente de recuperación por gravedad de los lingotes usados, colocado bajo el segundo extremo del plano inclinado 12, 22,

- el sustrato S puede deslizarse en posición vertical, comprendiendo el dispositivo de alimentación 21 al menos una placa vertical 24 sobre la que se apilan los lingotes L1 Ln y que está en contacto con al menos un pistón vertical 23 en posición vertical,

15 - la instalación puede comprender un dispositivo de alimentación 1, 11, 21 junto a cada cara del sustrato S, pudiendo cada dispositivo de alimentación 1, 11, 21 contener un metal o una aleación metálica idéntica o diferente, así como un dispositivo de evaporación en vacío junto a cada cara del sustrato S, estando el conjunto colocado dentro de un mismo recinto en vacío,

20 - la instalación puede comprender medios de introducción de una atmósfera reactiva dentro del recinto en vacío,

- el o los dispositivos de evaporación en vacío pueden ser dispositivos de depósito por evaporación, tal como un dispositivo de depósito por evaporación por plasma autoinducido (SIP),

25 - los lingotes L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n de metal o de aleación metálica pueden elegirse entre el zinc, magnesio, el cromo, el manganeso y el silicio o sus aleaciones.

**[0013]** Un tercer objeto de la invención está constituido por un dispositivo de alimentación 1, 11, 21 metálico o de aleación metálica de una instalación de depósito por revestimiento en vacío, tal como se define más arriba.

30

**[0014]** Otras características y ventajas de la invención se mostrarán con la lectura de la descripción que aparece a continuación, hecha únicamente como ejemplo, en referencia a los dibujos anexos que representan:

35 - figura 1: vista en corte de un lingote metálico puesto en marcha mediante un procedimiento según la técnica anterior,

- figura 2: vista en perspectiva de un primer modo de realización de una instalación según la invención,

- figura 3: vista en perspectiva de un segundo modo de realización de una instalación según la invención,

40 - figura 4: vista en perspectiva de un tercer modo de realización de una instalación según la invención,

**[0015]** En el marco de la presente invención, se entiende por procedimiento de evaporación cualquier procedimiento de depósito por evaporación con presión reducida respecto a la presión atmosférica. La evaporación se efectuará de preferencia mediante el procedimiento SIP (*self-induced plasma*) en el que se combina evaporación en vacío y *sputtering magnetron*.

45

**[0016]** Este procedimiento consiste en crear un plasma entre un sustrato y un crisol que contiene la materia para depositar, en un gas que permita generar radicales y/o iones. Estos iones van a, en condiciones normales de funcionamiento, acelerarse hacia la superficie de la materia para depositar sobre el sustrato, y a arrancar átomos superficiales que se depositan enseguida sobre el sustrato. Al mismo tiempo, el bombardeo de los iones creados en el plasma genera un calentamiento de la materia para depositar que permite añadir un procedimiento de evaporación además de la pulverización magnetron. Se podrán referir sobre todo a la patente EP 780 486 para más precisiones sobre la puesta en marcha de este procedimiento.

50

55 **[0017]** El sustrato para revestir se desplaza en una cámara en vacío junto al crisol que contiene la materia para depositar. Este último está polarizado negativamente respecto al sustrato, él mismo unido preferencialmente a la masa. Un conjunto de imanes posicionado en la parte trasera del crisol confina el plasma creado junto a éste. Para posicionar de forma muy precisa el sustrato para revestir con respecto al crisol, el sustrato está dispuesto generalmente sobre un rodillo de apoyo que puede rotar alrededor de su eje. Este tipo de rodillo no es necesario sin embargo cuando se trata de sustratos en forma de placas rígidas, tales como chapas metálicas espesas o placas de cristal.

60

**[0018]** El procedimiento según la invención consiste pues en proceder al depósito de una capa metálica o de aleación metálica en un sustrato en deslizamiento.

65

**[0019]** Se aplica más particularmente, pero no únicamente, al tratamiento de bandas de acero, de preferencia revestidas de zinc o de aleación de zinc. Por aleación de zinc, se designa cualquier compuesto que comprenda al menos un 50 % de zinc y que contenga, por ejemplo, aluminio, hierro, silicio, etc...

5 **[0020]** La obtención de este revestimiento previo podrá hacerse mediante cualquier procedimiento conocido de galvanización, ya se trate de galvanización por inmersión en caliente, de electrodeposición o de depósito por evaporación en vacío, por ejemplo. Se preferirá sin embargo los procedimientos de depósito en vacío.

10 **[0021]** El revestimiento depositado en el marco de la presente invención es un revestimiento metálico con elementos susceptibles de sublimarse durante su depósito por evaporación en vacío. Esto recubre en particular elementos tales como el zinc, el magnesio, el cromo, el manganeso y el silicio, a título indicativo. En particular se prefiere depositar magnesio sobre una banda previamente recubierta de zinc, después de lo cual se puede proceder a un tratamiento de difusión por cualquier medio apropiado, para obtener al final un revestimiento de Zn-Mg, que presenta sobre todo un alto rendimiento en materia de resistencia a la corrosión.

15 **[0022]** Los presentes inventores han procedido primero a ensayos de evaporación de un lingote de magnesio macizo y estático colocado junto a una banda de acero en deslizamiento dentro de una instalación de depósito en vacío mediante el procedimiento SIP.

20 **[0023]** Al cabo de un cierto tiempo de explotación, se observa que el depósito no presenta un espesor homogéneo y que la velocidad de depósito es relativamente débil. Por tanto, ha sido necesario interrumpir el depósito y ha sido posible observar el estado del lingote, del que se reproduce una representación en la figura 1.

25 **[0024]** Se puede constatar que la usura del lingote es muy irregular y particularmente acentuada en la vertical de la zona de fuerte campo magnético. Sin querer atarse a una teoría, los presentes inventores estiman que la inestabilidad del procedimiento de depósito está directamente asociada a la irregularidad de la usura del lingote.

30 **[0025]** Con el fin de estabilizar el procedimiento, los inventores han dividido el lingote macizo en al menos dos lingotes y han mantenido las caras superiores de estos lingotes paralelas y a distancia constante del sustrato para revestir, compensando de forma continua o secuencial la usura debida a la evaporación.

35 **[0026]** A este efecto, se ha puesto a punto una primera instalación de revestimiento según la invención, mediante el procedimiento SIP, y se reproduce parcialmente en la figura 2, sobre la que se puede ver un dispositivo de alimentación 1.

40 **[0027]** Este está colocado bajo el sustrato para revestir (no representado) que se desliza horizontalmente, por encima del sistema de imanes A de confinamiento del campo magnético, que están colocados en un bote con agua. Un contraelectrodo (no representado) está colocado bajo el dispositivo de alimentación 1 y se ha creado un plasma por descarga entre el conjunto contraelectrodo/imanes y la banda de acero. Para facilitar la comprensión, se ha representado la zona de erosión preferencial por medio de un circuito T que representa la zona de campo magnético intenso.

45 **[0028]** El dispositivo de alimentación 1 comprende un primer plano inclinado 2 cuya inclinación aumenta de izquierda a derecha. Este plano inclinado se podrá realizar en cualquier material apropiado, desde el momento en que este no sea susceptible de pulverizarse durante la operación, lo que contaminaría el revestimiento obtenido. Se podrá realizar por ejemplo este primer plano inclinado 2 en tungsteno.

50 **[0029]** Sobre este plano inclinado 2 están dispuestos una serie de n lingotes L1 a Ln, en contacto los unos con los otros y cuya altura va decreciendo de izquierda a derecha. La inclinación del plano inclinado 2 está adaptada para compensar la usura de los lingotes L1 a Ln, de tal manera que las caras superiores de los lingotes L1 a Ln quedan paralelas entre ellas y paralelas al sustrato para revestir que se desliza por encima del dispositivo 1, perpendicularmente al plano inclinado 2. Se mantiene así una distancia constante entre los imanes y la cara superior de los lingotes, así como una distancia constante entre la cara de los lingotes y la cara del sustrato para revestir. En efecto, para obtener un plasma lo más homogéneo posible, es importante que la distancia entre electrodos (constituidos aquí por los lingotes por una parte y por el sustrato por otra) sea lo más constante posible. Además, es igualmente importante que la distancia entre los imanes del magnetron y la cara superior de los lingotes permanezca constante. Si no se respetan estas condiciones por el consumo de los lingotes en un punto cualquiera de su cara superior, el plasma se intensificará o disminuirá localmente, engendrando inestabilidades de este plasma y por ende, inestabilidades en la evaporación.

60 **[0030]** El uso de un plano inclinado 2 permite así obtener un plasma muy estable en cualquier punto de la zona de evaporación.

65 **[0031]** A un lado y otro de los lingotes L1 a Ln, se han previsto dos guías laterales 6 de tungsteno que mantienen estos lingotes L1 a Ln bien alineados.

**[0032]** A la izquierda del primer lingote L1 hay situado un pistón 3 que actúa sobre este primer lingote L1 para desplazarlo en traslación hacia la derecha, siendo guiado por el plano inclinado 2 y la guía lateral 6. El movimiento del lingote L1 desplaza en cascada todos los lingotes puestos sobre el plano inclinado, hasta que el lingote de extremo  
5 L<sub>n</sub> cae por gravedad en un recipiente de recuperación 4 que receptiona los lingotes usados que se fundirán y reutilizarán.

**[0033]** Cuando el extremo del pistón 3 llega al nivel del primer extremo del plano inclinado 2, entonces está al final del recorrido y se acciona en sentido inverso. En una segunda etapa, un pistón vertical 5 que actúa sobre una  
10 platina que lleva una serie de p lingotes nuevos R1 a R<sub>p</sub>, se acciona hacia arriba, de forma que presenta un nuevo lingote a la altura del primer extremo del plano inclinado 2. El pistón 3 se pone entonces en contacto con la cara lateral del lingote R1 que es empujado contra el primer lingote L1 en contacto con el plano inclinado 2.

**[0034]** Por tanto, se ve que se puede alimentar el dispositivo con lingotes, de forma continua, sin interrumpir el  
15 procedimiento y manteniendo la superficie de los lingotes en explotación plano y a la vez paralelo al substrato para recubrir gracias al plano inclinado 2 y al movimiento regular imprimido por el pistón 3.

**[0035]** Para cubrir la mayor parte de la zona de campo magnético intenso T y por tanto optimizar la velocidad de depósito, se ha colocado un segundo dispositivo de alimentación 1' idéntico en todo al dispositivo 1, junto a la  
20 segunda mitad de la zona T. El pistón 3' desplaza aquí la segunda serie de n lingotes L'1 a L'n de derecha a izquierda, estando el plano inclinado 2' orientado de forma opuesta al plano inclinado 2, pero sería posible prever dos dispositivos de alimentación idénticos en todo para cada mitad de la zona T.

**[0036]** Se constata que, en este modo de realización, es posible optimizar el tamaño de los lingotes  
25 determinando su anchura en función de la anchura de la zona T.

**[0037]** En un segundo modo de realización, tal y como se representa en la figura 3, se puede ver un dispositivo de alimentación 11, que comprende de forma similar al primer modo de realización, un plano inclinado 12 que lleva una serie de n lingotes L1 a L<sub>n</sub> que se extienden transversalmente respecto al substrato en deslizamiento en un plano  
30 horizontal (no representado). El entorno del dispositivo de alimentación 11 es idéntico al descrito para la figura 2.

**[0038]** El lingote L1 se desplaza por la acción de los pistones 13 que permiten hacer avanzar los lingotes L1 a L<sub>n</sub> sobre el plano inclinado 12 hasta caer por gravedad en un recipiente de recuperación (no representado) colocado  
35 bajo el segundo extremo del plano inclinado 12.

**[0039]** La recarga de lingotes se hace mediante una placa 14 movida por dos pistones 15, que soporta una pila de p lingotes R1 a R<sub>p</sub> y funciona de la misma manera que el dispositivo correspondiente de la figura 2. A un lado y otro de los lingotes L1 a L<sub>n</sub>, se han previsto dos guías laterales 16 de tungsteno que mantienen estos lingotes L1 a L<sub>n</sub>  
40 bien alineados.

**[0040]** Igualmente se constata que este modo de realización de la instalación según la invención permite adaptarse fácilmente a diferentes anchuras del substrato para revestir. En efecto, basta con modificar la anchura de los lingotes y la separación de las piezas 16 para obtener un dispositivo que presente la anchura exactamente  
45 necesaria para el revestimiento en curso.

**[0041]** En un tercer modo de realización, tal y como se representa en la figura 4, se puede ver un dispositivo de alimentación 21, que comprende de forma similar al primer modo de realización, dos planos inclinados 22 que llevan una serie de n lingotes L1 a L<sub>n</sub> que se extienden transversalmente respecto al substrato S en deslizamiento en un plano vertical. Estos planos inclinados 22 presentan además caras laterales que aseguran un buen alineamiento  
50 de los lingotes.

**[0042]** El lingote L1 se desplaza por la acción de dos pistones verticales 23 sobre una placa vertical 24, lo que permite hacer avanzar los lingotes L1 a L<sub>n</sub> a lo largo de los planos inclinados 22.

**[0043]** Cuando el lingote superior L<sub>n</sub> llega más allá del extremo de los planos inclinados 22, se acciona un pistón vertical 25 lateralmente contra la cara de este lingote, que puede así evacuarse sobre el lado.

**[0044]** Este modo de realización reviste el substrato de manera fácil en posición vertical. Esta posición permite además realizar muy fácilmente un revestimiento por las dos caras colocando un dispositivo de alimentación según la  
60 invención a cada lado del substrato, estando todo colocado dentro de un mismo recinto a presión reducida.

#### Pruebas

**[0045]** Se han realizado pruebas a partir de un montaje conforme al primer modo de realización y de un  
65 dispositivo de evaporación por plasma autoinducido (SIP). Se han utilizado lingotes de zinc puro o de magnesio puro

de un espesor de 4  $\mu\text{m}$  y de una anchura de 10 cm para recubrir bandas de acero cuya anchura ha variado entre 50 y 200 cm. Las bandas de acero se deslizaban a 100 m/min sobre un rodillo de apoyo. Igualmente se ha hecho variar la velocidad de evaporación de los lingotes.

5 **[0046]** La distancia entre la superficie superior de los lingotes y las bandas de acero para recubrir se ha mantenido en 5 cm y la abertura de la cámara correspondiente a la zona de depósito en el sentido del deslizamiento de la banda, se ha regulado en 40 cm. En todas las pruebas realizadas, se ha determinado la velocidad de deslizamiento de los lingotes que hay que alcanzar para obtener un espesor de depósito del orden de 1,5  $\mu\text{m}$

10 **[0047]** Los resultados se han recogido en las tres tablas siguientes:

Material de revestimiento	Zn			
Anchura banda (cm)	50	100	150	200
Anchura módulo SIP (cm)	70	120	170	220
Velocidad evaporación (g/cm <sup>2</sup> /s)	0,01	0,01	0,01	0,01
Velocidad deslizamiento lingote (cm/min)	2	3,4	4,8	6,2

Material de revestimiento	Zn			
Anchura banda (cm)	50	100	150	200
Anchura módulo SIP (cm)	70	120	170	220
Velocidad evaporación (g/cm <sup>2</sup> /s)	0,02	0,02	0,02	0,02
Velocidad deslizamiento lingote (cm/min)	4	6,8	9,6	12,4

Material de revestimiento	Mg			
Anchura banda (cm)	50	100	150	200
Anchura módulo SIP (cm)	70	120	170	220
Velocidad evaporación (g/cm <sup>2</sup> /s)	0,002	0,002	0,002	0,002
Velocidad deslizamiento lingote (cm/min)	1,6	2,8	4	5,2

15

**[0048]** Se constata que la velocidad de deslizamiento de los lingotes depende esencialmente de la anchura de la banda para revestir y de la velocidad de evaporación de la materia de revestimiento.

20 **[0049]** Se han obtenido resultados análogos a partir de montajes conformes con el segundo y tercer modo de realización.

25 **[0050]** De una forma más general, se constata que una velocidad de deslizamiento de los lingotes comprendida entre 1 y 15 cm/min permite alcanzar los objetivos de espesor de los revestimientos buscados. Si se desea alcanzar espesores de revestimiento más importantes, basta con pasar el sustrato ante una serie de dispositivos de revestimiento. Así, para obtener un espesor de zinc del orden de 7,5  $\mu\text{m}$  en las condiciones de evaporación indicadas en las tablas de arriba, harán falta cinco dispositivos de revestimiento.

30 **[0051]** Sea cual sea el modo de realización adoptado, la invención presenta igualmente la ventaja de no necesitar el uso de crisoles de grafito, lo que permite realizar fácilmente con ella depósitos en atmósfera reactiva. Esto permite sobre todo realizar depósitos de óxidos, de nitruros, de sulfuros, de fluoruros metálicos, por ejemplo, y ello a velocidades de depósito elevadas.

**[0052]** Como se ha podido ver al hilo de las descripciones de algunos modos de realización preferidos de la invención, el revestimiento puede realizarse sobre todo cuando el sustrato se desliza de forma horizontal o vertical. Ni que decir tiene que el revestimiento puede realizarse igualmente para cualquier posición del sustrato que fuera intermedia entre la horizontal y la vertical.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de revestimiento de al menos una cara de un sustrato en deslizamiento, por evaporación en vacío mediante plasma de una capa metálica o de aleación metálica susceptible de ser sublimada, según el cual dicho metal o aleación metálica se dispone junto a dicha cara del sustrato en forma de al menos dos lingotes colocados en contacto uno con otro, siendo la superficie de dichos lingotes, que está girada hacia dicha cara del sustrato, paralela al sustrato y a una distancia constante de éste, siendo dichos lingotes desplazados simultáneamente durante el revestimiento, de forma continua o secuencial, por traslación, estando la superficie de los lingotes opuesta a la girada hacia el sustrato en contacto con un plano inclinado, para mantener sus superficies giradas hacia el sustrato paralelas y a distancia constante de éste.
2. Procedimiento de revestimiento según la reivindicación 1, en el que los lingotes se desplazan simultáneamente por traslación en un plano paralelo al plano de deslizamiento del sustrato y en una dirección perpendicular a la dirección de desplazamiento del sustrato, estando la superficie de los lingotes opuesta a la girada hacia el sustrato en contacto con dicho plano inclinado.
3. Procedimiento de revestimiento según la reivindicación 1, en el que los lingotes se desplazan simultáneamente por traslación en un plano paralelo al plano de deslizamiento del sustrato y en una dirección paralela a la dirección de desplazamiento del sustrato, estando la superficie de los lingotes opuesta a la girada hacia el sustrato en contacto con dicho plano inclinado.
4. Procedimiento de revestimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho sustrato se desliza en posición vertical, estando dichos lingotes apilados uno sobre el otro.
5. Procedimiento de revestimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se recubre dicho sustrato en sus dos caras por evaporación en vacío de una capa metálica o de aleación metálica susceptible de sublimarse, estando el metal o aleación metálica dispuesto junto a cada cara del sustrato en forma de al menos dos lingotes colocados en contacto el uno con el otro, estando la superficie de los lingotes girada hacia cada cara del sustrato paralela y a distancia constante de dicha cara del sustrato, durante el revestimiento.
6. Procedimiento de revestimiento según la reivindicación 5, en el que dicho metal o aleación metálica es idéntico para cada cara del sustrato.
7. Procedimiento de revestimiento según la reivindicación 5, en el que dicho metal o aleación metálica es diferente para cada cara del sustrato.
8. Procedimiento de revestimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho metal o aleación metálica se elige entre el zinc, el magnesio, el cromo, el manganeso, el silicio y sus aleaciones.
9. Procedimiento de revestimiento según la reivindicación 8, en el que dicho metal o aleación metálica es el magnesio o sus aleaciones.
10. Procedimiento de revestimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el depósito por evaporación en vacío se puede realizar en una atmósfera reactiva.
11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el sustrato en deslizamiento es una banda de acero, eventualmente ya recubierta previamente.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que el sustrato en deslizamiento es una banda de acero previamente recubierta de zinc o de aleación de zinc y sobre la que se deposita una capa de magnesio o de aleación de magnesio.
13. Instalación de revestimiento en continuo de un sustrato (S) sobre al menos una de sus caras mediante una capa de un metal o de una aleación metálica susceptible de sublimarse, que comprende un recinto en vacío que contiene:
  - un dispositivo de revestimiento por evaporación en vacío mediante plasma,
  - unos medios de deslizamiento de dicho sustrato (S) dentro del dispositivo de revestimiento,
  - un dispositivo de alimentación (1, 11, 21) metálico o de aleación metálica del dispositivo de revestimiento, presentándose dicho metal o aleación metálica en forma de lingotes (L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n) y comprendiendo:
    - a. medios que permiten mantener dichos lingotes (L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n) en contacto los unos con los otros y mantener la superficie de los lingotes (L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n) girada hacia la cara para recubrir del sustrato

(S), paralela y a distancia constante del substrato (S),

b. medios que permiten desplazar simultáneamente los lingotes (L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n) de forma secuencial o continua para mantener sus superficies giradas hacia el substrato (S) paralelas y a distancia constante de éste y

c. al menos un plano inclinado (2, 2') con el que los lingotes (L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n) están en contacto por su cara opuesta a la girada hacia el substrato (S), permitiendo los medios de desplazamiento de los lingotes (L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n) desplazarlos por traslación en un plano paralelo al plano de deslizamiento del substrato (S) y presentando el plano inclinado (2, 2'; 12, 22) una inclinación que aumenta en la dirección de desplazamiento de los lingotes (L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n).

14. Instalación según la reivindicación 13, en la que dichos lingotes se desplazan en una dirección perpendicular a la dirección de deslizamiento del substrato (S).

15. Instalación según la reivindicación 14 en la que dichos medios de desplazamiento de los lingotes (L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n) pueden estar constituidos por al menos un pistón (3, 3') que actúa sobre un primer lingote (L1, L'1) en contacto con un primer extremo de dicho plano inclinado (2, 2'), y que se extienden transversalmente respecto al substrato (S), actuando a su vez el primer lingote (L1, L'1) sobre los lingotes (L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n) que le preceden sobre dicho plano inclinado (2, 2') hasta su segundo extremo.

16. Instalación según la reivindicación 15, que comprende un primer plano inclinado (2) provisto de lingotes (L1, ..., Ln) y de un primer pistón (3) que actúa sobre el primer lingote (L1) en contacto con el primer extremo del primer plano inclinado (2) y un segundo plano inclinado (2') provisto de lingotes (L'1, L'n) y de un segundo pistón (3') que actúa sobre el primer lingote (L'1) en contacto con el primer extremo del segundo plano inclinado (2'), pudiendo dichos pistones (3, 3') actuar en la misma dirección o en direcciones contrarias.

17. Instalación según la reivindicación 16, que comprende dos recipientes (4) de recuperación por gravedad de los lingotes usados (U), colocados bajo cada segundo extremo de dichos planos inclinados (2, 2').

18. Instalación según la reivindicación 13, en la que dichos lingotes se desplazan en una dirección paralela a la dirección de deslizamiento del substrato (S).

19. Instalación según la reivindicación 18 en la que dichos medios de desplazamiento de los lingotes (L1, ..., Ln) están constituidos por al menos un pistón (13, 23) que actúa sobre un primer lingote (L1) en contacto con un primer extremo de dicho plano inclinado (12, 22), y que se extienden longitudinalmente respecto al substrato (S), actuando a su vez el primer lingote (L1) sobre los lingotes (L2, ..., Ln) que le preceden sobre dicho plano inclinado (12, 22) hasta su segundo extremo.

20. Instalación según la reivindicación 19, que comprende un recipiente de recuperación por gravedad de los lingotes usados, colocado bajo el segundo extremo del plano inclinado (12, 22).

21. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20, en la que el substrato (S) se desliza en posición vertical, comprendiendo dicho dispositivo de alimentación (21) al menos una placa vertical (24) sobre la que se apilan los lingotes (L1, ..., Ln) y que está en contacto con al menos un pistón vertical (23).

22. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 21, que comprende un dispositivo de alimentación (1, 11, 21) junto a cada cara de dicho substrato (S), pudiendo cada dispositivo de alimentación (1, 11, 21) contener un metal o una aleación metálica idéntica o diferente, así como un dispositivo de evaporación en vacío junto a cada cara del substrato (S), estando el conjunto colocado dentro de un mismo recinto en vacío.

23. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 22, que comprende medios de introducción de una atmósfera reactiva dentro de dicho recinto en vacío.

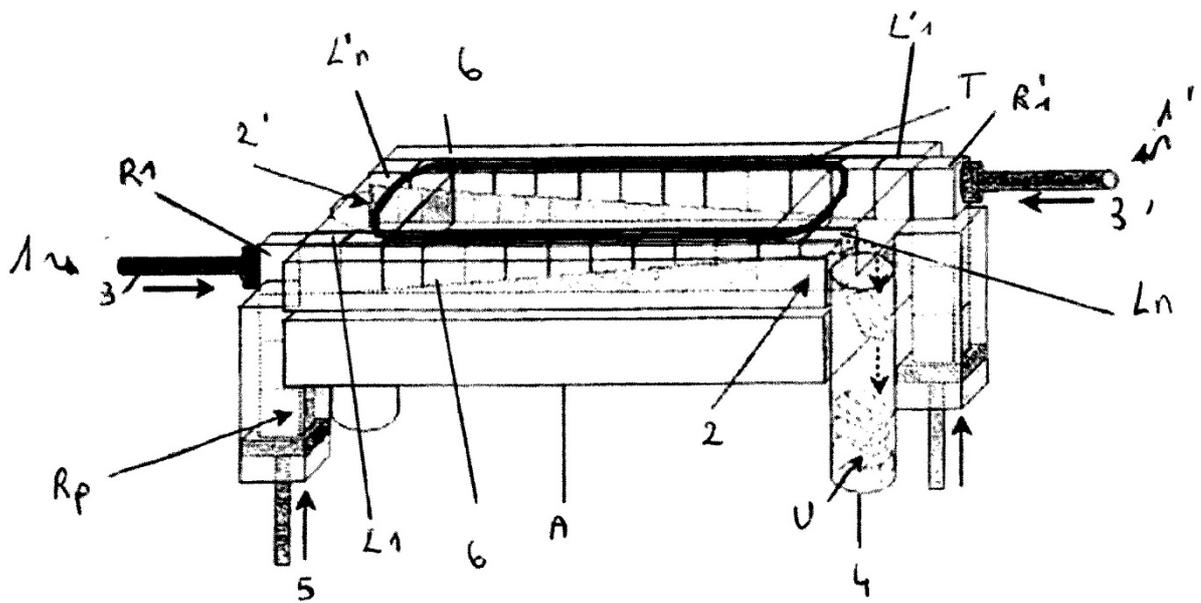
24. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 23, en la que dichos lingotes (L1, ..., Ln, L'1, ..., L'n) de metal o aleación metálica se eligen entre el zinc, el magnesio, el cromo, el manganeso y el silicio o sus aleaciones.

25. Dispositivo de alimentación (1, 11, 21) de metal o aleación metálica de una instalación de depósito por revestimiento en vacío, tal y como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 24.

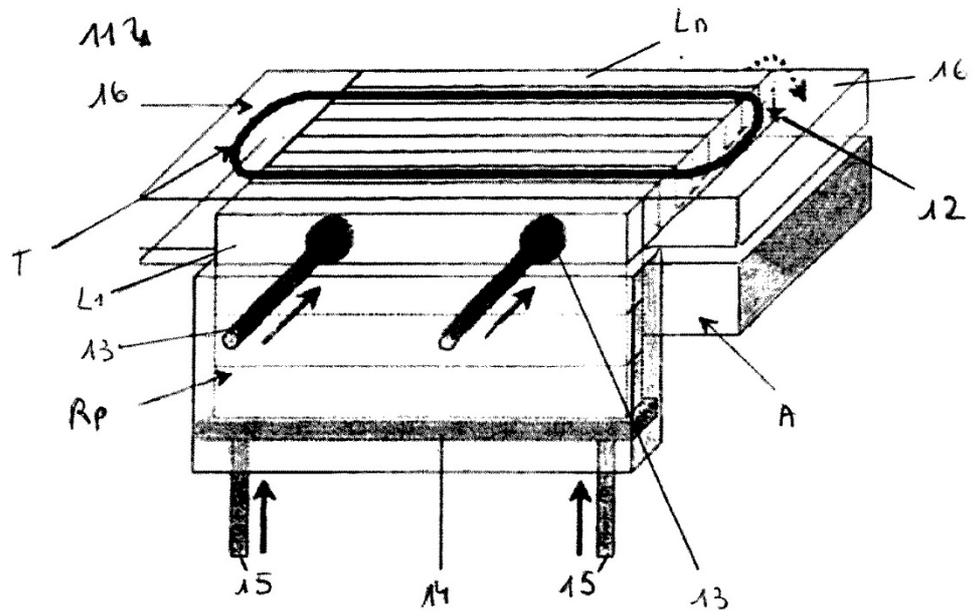
**Fig.1**



**Fig.2**



**Fig.3**



**Fig.4**

