

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 071**

51 Int. Cl.:

C23C 14/14 (2006.01)

C23C 14/16 (2006.01)

C23C 14/24 (2006.01)

C23C 14/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2017 PCT/IB2017/000876**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.02.2018 WO18020311**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2017 E 17752165 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2024 EP 3523456**

54 Título: **Aparato y procedimiento para deposición al vacío**

30 Prioridad:

27.07.2016 WO PCT/IB2016/054477

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.11.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PACE, SERGIO;
SILBERBERG, ERIC;
WILDERS, DIMITRI;
BONNEMANN, RÉMY y
GAOUYAT, LUCIE**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 985 071 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

Aparato y procedimiento para deposición al vacío

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a una instalación de deposición al vacío para depositar, sobre un sustrato, recubrimientos formados a partir de aleaciones metálicas tales como, por ejemplo, aleaciones de cinc-magnesio, dicha instalación está destinada más particularmente a recubrir una tira de acero, sin limitarse a ello. La presente invención también se refiere al procedimiento de recubrimiento de un sustrato de la misma.
- 10 **[0002]** Se conocen varios procedimientos para depositar recubrimientos metálicos compuestos de aleaciones sobre un sustrato, tal como una tira de acero. Entre estos, se puede mencionar el recubrimiento por inmersión en caliente, la electrodeposición y también los diversos procedimientos de deposición al vacío, como la evaporación al vacío y la pulverización catódica con magnetrón.
- 15 **[0003]** A partir del documento WO2008/142222 se sabe cómo depositar una capa de aleación metálica sobre un sustrato en movimiento con una instalación de deposición al vacío que comprende un recubridor por chorro de vapor sónico, un crisol de evaporación adecuado para alimentar el recubridor con un vapor que comprende los elementos metálicos del recubrimiento y un horno de recarga adecuado para alimentar el crisol de evaporación con la aleación de metal fundido por efecto barométrico. Dicho horno de recarga es conveniente para producir una
20 composición de recubrimiento dada. Sin embargo, tan pronto como se requieren variaciones de la composición de recubrimiento, se debe adaptar la altura entre el horno de recarga y el crisol de evaporación. Esto puede provocar un enorme desgaste del horno de recarga, lo que no es industrialmente razonable.
- [0004]** También se conoce a partir del documento EP2937442 depositar la capa de aleación metálica sobre el
25 sustrato en movimiento con una instalación de deposición al vacío que comprende un recubridor por chorro de vapor y un crisol de evaporación alimentado con lingotes que se funden ligeramente por encima del baño de aleación metálica. Dicha alimentación es restrictiva, ya que son necesarios dos tipos de lingotes: un tipo en la composición del baño de aleación metálica para iniciar la instalación y otro tipo en la composición de la capa de aleación metálica para compensar la evaporación a la potencia de crucero. Además, dichos lingotes en una composición de aleación dada
30 pueden ser difíciles de fabricar y son costosos. Además, la velocidad de fusión de los lingotes limita la capacidad de la instalación para seguir las variaciones de velocidad de la línea.
- [0005]** También se conoce un aparato de evaporación al vacío a partir de los documentos WO2015/067662, US2013/239890 y JPH02128462.
35
- [0006]** Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es remediar los inconvenientes de las instalaciones y procedimientos de la técnica anterior proporcionando una instalación de deposición al vacío para depositar recubrimientos formados a partir de aleaciones metálicas y un procedimiento para fabricar un sustrato cubierto con una capa de aleación metálica, que permita flexibilidad en la gestión de variaciones en la composición de aleación
40 metálica sin poner en peligro las capacidades de la línea.
- [0007]** Para este propósito, un primer objeto de la presente invención es una instalación de deposición al vacío según la reivindicación 1 para depositar continuamente, sobre un sustrato en movimiento, recubrimientos formados a partir de aleaciones metálicas que comprenden un elemento principal y al menos un elemento adicional,
45 comprendiendo la instalación una cámara de deposición al vacío y un medio para hacer pasar el sustrato a través de la cámara, donde la instalación comprende además:
- un recubridor por chorro de vapor,
 - un crisol de evaporación adaptado para mantenerse al vacío y adecuado para alimentar el recubridor por chorro de vapor con un vapor que comprende el elemento principal y el al menos un elemento adicional, el crisol de evaporación
50 comprende un recipiente (5), una cubierta (6) y una tubería de evaporación (7) conectada en un lado en la cubierta y en el otro lado en el recubridor por chorro de vapor,
 - un horno de recarga colocado debajo del crisol de evaporación y adaptado para mantenerse a presión atmosférica con el fin de alimentar continuamente por efecto barométrico el crisol de evaporación con el elemento principal en
55 estado fundido y para contribuir a mantener un nivel constante de líquido en el crisol de evaporación,
 - una unidad de alimentación que comprende una tubería de alimentación, conectada a la cubierta del crisol de evaporación, adecuada para ser alimentada con el al menos un elemento adicional en estado sólido y adecuada para alimentar el crisol de evaporación por gravedad con el al menos un elemento adicional indistintamente en estado fundido, en estado sólido o parcialmente en estado sólido.
- 60 **[0008]** La instalación según la invención también puede tener las características opcionales enumeradas a continuación, consideradas individualmente o en combinación:
- el extremo inferior de la tubería de alimentación es inferior al nivel de líquido en el crisol de evaporación,
 - 65 - la tubería de alimentación comprende un soporte de lingote adecuado, por un lado, para sostener el al menos un

elemento adicional mientras se calienta y, por otro lado, para liberarlo en el crisol de evaporación,

- el soporte del lingote es una válvula que tiene forma de U en sección transversal,

- la tubería de alimentación comprende una entrada de gas inerte adecuada para proporcionar, al menos en la parte inferior de la tubería de alimentación, una presión superior a la del crisol de evaporación,

5 - la unidad de alimentación comprende un horno de precalentamiento,

- la unidad de alimentación comprende un dispositivo de calentamiento,

- el recubridor por chorro de vapor es un recubridor por chorro de vapor sónico,

- la alimentación del crisol de evaporación en el elemento principal se realiza a través de una tubería que conecta el horno de recarga en el crisol de evaporación,

10 - el crisol de evaporación comprende un calentador de inducción,

- el horno de recarga está conectado a un medio de alimentación de lingote de metal.

[0009] Un segundo objeto de la invención es un procedimiento para recubrir un sustrato mediante deposición al vacío según la reivindicación 8, que comprende:

15

- (i) evaporar un baño de aleación metálica que comprende un elemento principal y al menos un elemento adicional,

- (ii) rociar el sustrato, con el vapor que comprende el elemento principal y el al menos un elemento adicional, y

- (iii) depositar continuamente una capa de aleación metálica que comprende el elemento principal y el al menos un elemento adicional sobre el sustrato,

20

donde el baño de aleación metálica se alimenta continuamente por efecto barométrico con el elemento principal en estado fundido, por un lado, y se alimenta por gravedad con el al menos un elemento adicional indistintamente en estado fundido, en estado sólido o parcialmente en estado sólido, por otro lado.

25 **[0010]**

El procedimiento según la invención también puede tener las características opcionales enumeradas a continuación, consideradas individualmente o en combinación:

- el vapor se pulveriza sobre el sustrato a una velocidad sónica,

- los óxidos posiblemente presentes en la superficie del al menos un elemento adicional se eliminan antes de calentar

30 el al menos un elemento adicional por encima del baño de aleación metálica,

- la eliminación del óxido se realiza mediante pulido químico,

- el baño de aleación metálica se alimenta de forma discontinua con el al menos un elemento adicional,

- el al menos un elemento adicional tiene la forma de lingotes,

- el baño de aleación metálica se mantiene en una composición constante a lo largo del tiempo controlando el tamaño

35 de los lingotes y/o la frecuencia de alimentación,

- el baño de aleación metálica se alimenta continuamente con el al menos un elemento adicional,

- el al menos un elemento adicional tiene la forma de un alambre,

- el baño de aleación metálica se mantiene en una composición constante a lo largo del tiempo controlando el diámetro del alambre y/o la velocidad de alimentación,

40 - el al menos un elemento adicional tiene una densidad menor que el elemento principal,

- el elemento principal es el cinc,

- el al menos un elemento adicional es magnesio,

- el procedimiento comprende depositar continuamente una capa de una aleación metálica a base de cinc que tiene un contenido de magnesio en peso entre 0.1 % y 20 % sobre dicho sustrato al evaporar un baño de una aleación

45 metálica a base de cinc que tiene un contenido de magnesio en peso entre 8 % y 43 %.

[0011] Como es evidente, la invención se basa en la doble alimentación del crisol de evaporación a través de la alimentación del elemento principal de la aleación metálica por efecto barométrico, por un lado, y la alimentación del o de los elementos adicionales de la aleación metálica por gravedad, por otro lado. En particular, la invención se

50 aprovecha:

- de la alimentación en estado fundido para alimentar continuamente el crisol de evaporación con el elemento principal y, al mismo tiempo,

- de una alimentación muy flexible en elemento(s) adicional(es) a base de lingotes o alambres que pueden mantenerse

55 indistintamente sólidos o parcialmente fundidos o totalmente fundidos.

[0012] Gracias a esta doble alimentación, es posible modificar muy fácilmente la composición del baño de aleación metálica y, por lo tanto, de la capa de aleación metálica, ajustando la frecuencia de alimentación de los elementos adicionales y/o ajustando la naturaleza de los elementos adicionales. Además, gracias a la capacidad del

60 horno de recarga y su capacidad para alimentar continuamente el crisol de evaporación, son posibles variaciones rápidas de la velocidad de la línea.

[0013] Otras características y ventajas de la invención se describirán con mayor detalle en la siguiente descripción.

65

[0014] La invención se comprenderá mejor leyendo la siguiente descripción, que se proporciona únicamente con fines explicativos y de ningún modo pretende ser restrictiva, con referencia a la Figura 1, que es una sección transversal de una realización de una instalación según la invención. .

5 **[0015]** Cabe señalar que los términos "inferior", "debajo", ... como se usan en esta solicitud se refieren a las posiciones y orientaciones de los diferentes elementos constituyentes de la instalación cuando esta última se instala en una línea de deposición al vacío.

10 **[0016]** El objetivo de la presente invención es depositar, sobre un sustrato, recubrimientos formados a partir de aleaciones metálicas que comprenden un elemento principal y al menos un elemento adicional. El objetivo es, en particular, obtener recubrimientos de cinc-magnesio. Sin embargo, el procedimiento no se limita a estos recubrimientos, sino que preferentemente abarca cualquier recubrimiento basado en una aleación metálica cuyos elementos tengan presiones de vapor a la temperatura del baño que no difieran en más del 10 %, ya que entonces se facilita el control de su contenido relativo respectivo.

15 **[0017]** Por lo tanto, para dar una indicación, se pueden mencionar los recubrimientos hechos de cinc, como elemento principal, y los elementos adicionales, tales como cromo, níquel, titanio, manganeso, magnesio, silicio y aluminio, considerados individualmente o en combinación.

20 **[0018]** Además, aunque las aleaciones metálicas binarias son preferentemente objetivo, no hace falta decir que también es posible la deposición de aleaciones metálicas ternarias, tales como Zn Mg Al, o incluso la deposición de aleaciones cuaternarias, tales como, por ejemplo, Zn Mg Al Si.

25 **[0019]** La capa de aleación metálica comprenderá preferentemente al menos el 50 % en peso del elemento principal, y más preferentemente, al menos el 80 %. En el caso de la deposición de cinc-magnesio, la capa de aleación metálica comprenderá preferentemente entre un 0,1 y un 20 % en peso de magnesio. Por debajo del 0,1 %, la mejora en la resistencia a la corrosión proporcionada por el magnesio ya no es suficiente. Por encima del 20 %, por otro lado, la mayor proporción de magnesio daría como resultado un consumo excesivamente rápido de la capa de aleación metálica y, por lo tanto, un rendimiento anticorrosión paradójicamente degradado. En una realización preferida de la invención, la capa de aleación metálica contiene al menos un 0,4 % en peso de magnesio, preferentemente al menos un 2 %. En una realización preferida de la invención, la capa de aleación metálica contiene menos del 15 % en peso de magnesio. Estos contenidos de magnesio preferidos ofrecen mejores compromisos en términos de resistencia a la corrosión y flexibilidad de la capa.

35 **[0020]** No hace falta decir que el elemento principal o el elemento adicional pueden comprender impurezas inevitables resultantes de la fabricación de materias primas utilizadas para alimentar la instalación de deposición al vacío. Incluso si la invención pretende evitar la contaminación del baño de aleación metálica por estas impurezas, no se puede excluir la presencia de impurezas en la capa de aleación metálica.

40 **[0021]** El espesor del recubrimiento estará preferentemente entre 0,1 y 20 μm . Por un lado, por debajo de 0,1 μm , habría un riesgo de que la protección contra la corrosión del sustrato fuera insuficiente. Por otro lado, no es necesario ir más allá de 20 μm para tener el nivel de resistencia a la corrosión que se requiere, en particular, en el campo de la automoción o la construcción. En general, el espesor puede limitarse a 5 μm para aplicaciones automotrices.

45 **[0022]** Con referencia a la Figura 1, la instalación 1 según la invención comprende en primer lugar una cámara de deposición al vacío 2 y un medio para hacer pasar el sustrato a través de la cámara.

50 **[0023]** Esta cámara de deposición 2 es una caja herméticamente sellable que se mantiene preferiblemente a una presión de entre 10^{-8} y 10^{-3} bar. Tiene un bloqueo de entrada y un bloqueo de salida (estos no se muestran) entre los cuales puede correr un sustrato S, tal como, por ejemplo, una tira de acero.

55 **[0024]** El sustrato S se puede hacer correr por cualquier medio adecuado, dependiendo de la naturaleza y la forma de dicho sustrato. En particular, se puede utilizar un rodillo de soporte giratorio sobre el que se puede apoyar una tira de acero.

[0025] En la cámara de deposición 2, al lado de la cara del sustrato S que debe recubrirse, se encuentra un recubridor 3 por chorro de vapor. Este recubridor es adecuado para pulverizar un vapor de aleación metálica sobre el sustrato en movimiento S. Puede consistir ventajosamente en una cámara de extracción provista de un orificio de salida de vapor estrecho 31, cuya longitud es cercana al ancho del sustrato a recubrir. Esta cámara puede estar hecha, por ejemplo, de grafito.

60 **[0026]** El orificio de salida de vapor 31 puede tener cualquier forma adecuada, tal como una ranura que se puede ajustar a lo largo y a lo ancho, por ejemplo. La posibilidad de adaptar su anchura hace posible que el chorro de vapor se mantenga dentro de un amplio intervalo de temperaturas de la superficie del metal evaporado y, por lo tanto,

un amplio intervalo de velocidades de evaporación. Además, la posibilidad de adaptar su longitud a la anchura del sustrato a recubrir permite minimizar la pérdida de metal evaporado.

[0027] El recubridor es preferentemente un recubridor por chorro de vapor sónico, es decir, un recubridor capaz de generar un chorro de vapor de velocidad sónica. Este tipo de recubridor también se conoce generalmente como dispositivo JVD (Jet Vapor Deposition). El lector puede consultar la solicitud de patente WO97/47782 para una descripción más completa de los detalles de este tipo de dispositivo.

[0028] El recubridor por chorro de vapor 3 está montado, directamente o no, en un crisol de evaporación 4 adecuado para alimentar el recubridor por chorro de vapor con un vapor que comprende el elemento principal y el o los elementos adicionales. El crisol de evaporación 4 es adecuado para contener el baño de aleación metálica que genera el vapor que se depositará sobre el sustrato S. El crisol de evaporación 4 se ubica preferentemente en la cámara de deposición 2.

[0029] El crisol de evaporación 4 consiste principalmente en un recipiente 5, una cubierta 6 y una tubería de evaporación 7 conectadas en un lado en la cubierta y en el otro lado en el recubridor por chorro de vapor 3. Estas diferentes partes pueden estar hechas, por ejemplo, de grafito.

[0030] El crisol de evaporación 4 está provisto de medios de calentamiento 8 que permiten que se forme el vapor de aleación metálica y alimente el recubridor 3 por chorro de vapor. Ventajosamente, el crisol de evaporación 4 está provisto de un calentador de inducción que tiene la ventaja de facilitar la agitación y la homogeneización de la composición del baño de aleación metálica.

[0031] La presión en el crisol de evaporación 4 depende de la temperatura del baño y de la composición del baño de aleación metálica. Generalmente varía entre 10^{-3} y 10^{-1} bar. Por consiguiente, la presión en la cámara de deposición 2 se mantiene por encima de la del crisol de evaporación. Como ejemplo, para un baño de Zn-Mg a 700 °C, la presión en el crisol de evaporación es de alrededor de $5 \cdot 10^{-2}$ bar y la presión en la cámara de deposición se mantiene en alrededor de 10^{-4} bar. Gracias a la diferencia de presión creada entre el crisol de evaporación cerrado y la cámara de deposición, es posible generar el vapor de aleación metálica y transportarlo al recubridor por chorro de vapor 3 a través de la tubería de evaporación 7. Esta última está provista ventajosamente de una válvula V_1 para regular el caudal de vapor.

[0032] El crisol de evaporación 4 está conectado a un horno de recarga 9 adecuado para alimentar el crisol de evaporación con el elemento principal de la aleación metálica en estado fundido. El horno de recarga se ubica preferentemente fuera de la cámara de deposición de vacío 2.

[0033] El horno de recarga 9 es un recipiente adaptado para fundir el elemento principal y mantenerlo en estado fundido gracias a un sistema de calentamiento. Ventajosamente, el propio horno de recarga está conectado a un medio de alimentación de lingotes metálicos.

[0034] La alimentación del crisol de evaporación 4 en el elemento principal se realiza preferentemente a través de una tubería 10 que conecta el horno de recarga 9 en el crisol de evaporación 4. La entrada de la tubería está adaptada para sumergirse en el baño del elemento principal para que las impurezas presentes en la superficie del baño no sean absorbidas en el crisol de evaporación. La salida de la tubería se encuentra preferiblemente en la parte inferior del crisol de evaporación para evitar perturbar la superficie del baño donde tiene lugar la evaporación.

[0035] El horno de recarga 9 se coloca debajo del crisol de evaporación 4 y está adaptado para mantenerse a presión atmosférica. Debido a la altura entre el crisol de evaporación 4 y el horno de recarga 9 y a la diferencia de presión creada entre ellos, el elemento principal fundido sube en el crisol de evaporación por efecto barométrico a medida que se evapora el baño de aleación metálica. Esto asegura una alimentación continua del crisol de evaporación y contribuye a mantener un nivel constante de líquido en el crisol de evaporación, independientemente de la velocidad de la línea.

[0036] En una realización de la invención, la altura entre el crisol de evaporación 4 y el horno de recarga 9 se puede ajustar para ajustar el nivel de líquido en el crisol de evaporación.

[0037] El crisol de evaporación 4 también está conectado a una unidad de alimentación 8 adecuada para ser alimentada con los elementos adicionales) en estado sólido, por ejemplo, como lingotes o como alambre, y adecuada para alimentar el crisol de evaporación con el o los elementos adicionales indistintamente en estado fundido, en estado sólido o parcialmente en estado sólido.

[0038] Gracias a la alimentación de la unidad de alimentación 12 con elementos adicionales en estado sólido, la frecuencia de alimentación y las dimensiones de los elementos sólidos se controlan fácilmente, lo que permite mantener una composición constante del baño a lo largo del tiempo. Cuando sea apropiado, también permite modificar muy fácilmente la composición del baño de aleación metálica.

[0039] La unidad de alimentación 11 comprende una tubería de alimentación 12 conectada en la cubierta 6 del crisol de evaporación para aprovechar la gravedad.

5 **[0040]** La tubería de alimentación 12 puede estar hecha de diferentes piezas y diferentes materiales. Por ejemplo, una pieza inferior puede estar en grafito para resistir la temperatura del crisol de evaporación y una pieza superior puede estar en un material menos resistente como metal.

[0041] La alimentación de la unidad de alimentación 12 con los elementos adicionales en estado sólido se realiza fácilmente a través del extremo superior de la tubería de alimentación. Para eliminar el agua adsorbida en la superficie de los elementos adicionales, el extremo superior de la tubería de alimentación 12 está conectado preferentemente a un horno de precalentamiento, que forma parte de la unidad de alimentación. El horno de precalentamiento está conectado preferentemente a una disposición de bloqueo de vacío.

15 **[0042]** El extremo inferior de la tubería de alimentación 12 es preferentemente inferior al nivel de líquido en el crisol de evaporación 4. Por lo tanto, se puede limitar el aumento de vapor en la tubería de alimentación, como se explicará con más detalle más adelante.

[0043] La parte inferior de la tubería de alimentación 12 está equipada preferentemente con un dispositivo de calentamiento 14, eventualmente compartido con el dispositivo de calentamiento que rodea la tubería de evaporación 7. Como consecuencia, los elementos adicionales se pueden calentar antes de su liberación en el baño de aleación metálica. Dependiendo de la temperatura en la parte inferior de la tubería de alimentación y del tiempo de residencia de los elementos adicionales en la parte inferior de la tubería de alimentación, los elementos adicionales se mantienen sólidos o están parcialmente fundidos o completamente fundidos. Gracias a esta flexibilidad en el estado de los elementos adicionales a la salida de la unidad de alimentación, se puede aprovechar uno u otro estado dependiendo de sus preferencias:

- si se prefiere limitar la diferencia de temperatura entre el elemento o elementos adicionales y el baño de aleación metálica, de modo que el baño no se enfríe cuando el elemento o elementos adicionales se introducen en el baño, y de modo que la velocidad de deposición no disminuya, el elemento o elementos adicionales se fundirán ventajosamente,
- Si se prefiere evitar el depósito de elementos adicionales en la superficie interna de la tubería de alimentación, los elementos adicionales se calentarán ventajosamente para estar a una temperatura cercana a la temperatura del baño pero mantenidos en estado sólido,
- 35 - Si se necesita un compromiso, el o los elementos adicionales estarán ventajosamente parcialmente fundidos.

[0044] La tubería de alimentación 12 comprende ventajosamente una entrada de gas inerte 13, preferiblemente ubicada en su mitad inferior. Gracias a esta entrada, se puede proporcionar una presión de gas inerte por encima de la presión en el crisol de evaporación 4 en la tubería de alimentación. Como consecuencia, se evita el aumento de vapor en la tubería de alimentación.

[0045] En el caso de la alimentación de lingotes, la tubería de alimentación 12 comprende ventajosamente un soporte de lingotes 15 adecuado, por un lado, para sostener un lingote de elementos adicionales mientras se calienta y, por otro lado, para liberar los elementos adicionales en el crisol de evaporación. El soporte de lingote 15 se ubica preferentemente en la mitad inferior de la tubería de alimentación, al nivel del dispositivo de calentamiento 14. Gracias a este soporte de lingotes, es posible controlar de manera eficiente el tiempo de residencia de los lingotes en la unidad de alimentación y, en consecuencia, su temperatura y estado. También permite controlar con precisión la frecuencia de liberación de los lingotes en el crisol de evaporación.

50 **[0046]** El soporte del lingote 15 es preferentemente una válvula. Tiene ventajosamente una forma de U en sección transversal para sujetar y liberar fácilmente el lingote. La parte inferior de la U puede cubrirse ventajosamente con un amortiguador para que los lingotes que caen en la válvula no la rompan.

[0047] El experto en la materia sabrá cómo ajustar la forma de la tubería de alimentación 12 para que los lingotes no se atasquen en ella y no caigan violentamente en el crisol de evaporación o en el soporte de lingotes 15.

[0048] En el caso de la alimentación de alambre, el experto en la materia sabrá cómo ajustar la forma de la tubería de alimentación al diámetro del alambre de modo que el alambre simplemente se ponga al vacío por pérdida de presión. También sabrá cómo ajustar la velocidad del alambre para controlar el tiempo de residencia del alambre en la unidad de alimentación y, en consecuencia, su temperatura y estado.

[0049] Cabe señalar que se pueden conectar varias unidades de alimentación al crisol de evaporación, para alimentar de forma independiente varios elementos adicionales.

65 **[0050]** Cuando se desea operar la instalación 1, se introducen lingotes del elemento principal en el horno de

recarga 6.

[0051] Una vez que los lingotes se han fundido, el crisol de evaporación 4 y la tubería 10 se calientan y luego se crea un vacío en el crisol de evaporación 4. El elemento principal líquido contenido en el horno de recarga 9 luego
5 llena el crisol de evaporación 4.

[0052] La composición de la aleación metálica que se desea depositar sobre el sustrato se determina en primer lugar y luego se determina la composición del baño para obtener, en equilibrio con este baño, un vapor que tiene la composición del recubrimiento deseado. Por ejemplo, una capa de una aleación metálica a base de cinc que tiene un
10 contenido de magnesio en peso entre el 0,1 % y el 20 %, respectivamente entre el 0,4 y el 15 %, se puede obtener evaporando un baño de una aleación metálica a base de cinc que tiene un contenido de magnesio en peso entre el 8 % y el 43 %, respectivamente entre el 10 % y el 38 %.

[0053] Por consiguiente, se introducen cantidades apropiadas de elementos adicionales en estado sólido en la
15 unidad de alimentación 11 ubicada por encima del baño de aleación metálica. Se calientan en las proximidades del baño para alcanzar una temperatura cercana a la temperatura del baño. Durante este calentamiento, el o los elementos adicionales se mantienen sólidos o están parcialmente fundidos o completamente fundidos. Luego se liberan en el baño de aleación metálica donde se mezclan con el elemento principal.

20 **[0054]** A continuación es posible:

- (i) evaporar el baño de aleación metálica que comprende el elemento principal y el o los elementos adicionales,
- (ii) rociar el sustrato con el vapor que comprende el elemento principal y el o los elementos adicionales, y
- (iii) depositar continuamente una capa de aleación metálica que comprende el elemento principal y el (los)
25 elemento(s) adicional(es) sobre el sustrato.

[0055] Para compensar la evaporación durante el funcionamiento y para mantener una composición constante del baño, se agregan cantidades apropiadas de elementos adicionales, de forma continua o no, al baño de aleación metálica a medida que este último se recarga en el elemento principal a través del horno de recarga 9.
30

[0056] Los elementos adicionales se agregan preferiblemente al crisol de evaporación 4 al menos parcialmente en estado sólido para limitar el depósito de elementos adicionales en la superficie interna de la tubería de alimentación.

[0057] Cuando los elementos adicionales son de menor densidad que el elemento principal, los elementos
35 adicionales liberados flotan en la superficie del baño de aleación metálica en el extremo inferior de la tubería de alimentación 12 y, cuando corresponde, se funden allí. Esto crea una especie de tapa en el (los) elemento(s) adicional(es) en la parte inferior de la tubería de alimentación ubicada entre su extremo inferior y el nivel de metal líquido. Gracias a esta tapa, el aumento de vapor en el elemento principal se limita en la tubería de alimentación. Además, si los elementos adicionales comprenden impurezas, estas últimas se mantienen en la tapa y no contaminan
40 el baño de aleación metálica. Mientras tanto, gracias a la alimentación en elementos adicionales, estos últimos se liberan del extremo inferior de la tubería de alimentación en el crisol de evaporación.

[0058] Un control adecuado de:

- 45 - el tamaño de los lingotes en el (los) elemento(s) adicional(es) y/o de la frecuencia de alimentación, o
- el diámetro del alambre en elemento(s) adicional(es) y/o de la velocidad de alimentación,

permite mantener una composición constante del baño a lo largo del tiempo.

50 **[0059]** Para limitar el nivel de impurezas en el crisol de evaporación, los elementos adicionales en estado sólido pueden limpiarse opcionalmente, antes de su introducción en la unidad de alimentación. La eliminación de los óxidos posiblemente presentes en la superficie de los lingotes/alambre se puede realizar, en particular, mediante decapado químico.

55 **[0060]** El procedimiento según la invención se aplica más particularmente, pero no únicamente, al tratamiento de tiras metálicas, ya sean prerrevestidas o desnudas. Por supuesto, el procedimiento según la invención puede emplearse para cualquier sustrato recubierto o no recubierto, tal como, por ejemplo, tira de aluminio, tira de vidrio o tira de cerámica.

60 **[0061]** El procedimiento se aplicará más particularmente a sustratos susceptibles de sufrir un deterioro en sus propiedades durante un tratamiento térmico de difusión, como la tira de acero de endurecimiento al horno que contiene grandes cantidades de carbono en solución sólida, que no debe precipitar antes de que el acero se haya formado por estirado o cualquier otro procedimiento adecuado. Por lo tanto, al implementar el procedimiento según la invención, es posible hacer que la deposición de aleaciones metálicas sea compatible con la mayoría de las metalurgias.

65

REIVINDICACIONES

1. Instalación de deposición al vacío (1) para depositar continuamente, sobre un sustrato en funcionamiento (S), recubrimientos formados a partir de aleaciones metálicas que comprenden un elemento principal y al menos un elemento adicional, comprendiendo la instalación una cámara de deposición al vacío (2) y un medio para hacer pasar el sustrato a través de la cámara, donde la instalación comprende además:
 - un recubridor por chorro de vapor (3),
 - un crisol de evaporación (4) adaptado para mantenerse al vacío y adecuado para alimentar el recubridor por chorro de vapor con un vapor que comprende el elemento principal y el al menos un elemento adicional, el crisol de evaporación comprende un recipiente (5), una cubierta (6) y una tubería de evaporación (7) conectada en un lado en la cubierta y en el otro lado en el recubridor por chorro de vapor,
 - un horno de recarga (9) colocado debajo del crisol de evaporación y adaptado para mantenerse a presión atmosférica a fin de alimentar continuamente por efecto barométrico el crisol de evaporación con el elemento principal en estado fundido y para contribuir a mantener un nivel constante de líquido en el crisol de evaporación,
 - una unidad de alimentación (11) que comprende una tubería de alimentación (12), conectada a la cubierta del crisol de evaporación, adecuada para alimentarse con el al menos un elemento adicional en estado sólido y adecuada para alimentar el crisol de evaporación por gravedad con el al menos un elemento adicional indistintamente en estado fundido, en estado sólido o parcialmente en estado sólido.
2. Instalación de deposición al vacío según la reivindicación 1, donde la tubería de alimentación (12) comprende un soporte de lingotes (15) adecuado, por un lado, para sostener el al menos un elemento adicional mientras se calienta y, por otro lado, para liberarlo en el crisol de evaporación (4).
3. Instalación de deposición al vacío según la reivindicación 2, donde el soporte de lingote (15) es una válvula que tiene una sección transversal en forma de U.
4. Instalación de deposición al vacío según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la tubería de alimentación (12) comprende una entrada de gas inerte (13) adecuada para proporcionar, al menos en la parte inferior de la tubería de alimentación, una presión superior a la del crisol de evaporación (4).
5. Instalación de deposición al vacío según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de alimentación (11) comprende un horno de precalentamiento.
6. Instalación de deposición al vacío según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de alimentación (11) comprende un dispositivo de calentamiento (14).
7. Instalación de deposición al vacío según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la alimentación del crisol de evaporación (4) en el elemento principal se realiza a través de una tubería (10) que conecta el horno de recarga (9) en el crisol de evaporación (4).
8. Procedimiento para recubrir un sustrato mediante deposición al vacío, que comprende:
 - (i) evaporar un baño de aleación metálica que comprende un elemento principal y al menos un elemento adicional,
 - (ii) rociar el sustrato, con el vapor que comprende el elemento principal y el al menos un elemento adicional, y
 - (iii) depositar continuamente una capa de aleación metálica que comprende el elemento principal y el al menos un elemento adicional sobre el sustrato,
 donde el baño de aleación metálica se alimenta continuamente por efecto barométrico con el elemento principal en estado fundido, por un lado, y se alimenta por gravedad con el al menos un elemento adicional indistintamente en estado fundido, en estado sólido o parcialmente en estado sólido, por otro lado.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, donde el baño de aleación metálica se alimenta de forma discontinua con el al menos un elemento adicional.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, donde el al menos un elemento adicional está en forma de lingotes.
11. Procedimiento según la reivindicación 8, donde el baño de aleación metálica se alimenta continuamente con el al menos un elemento adicional.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, donde, el al menos, un elemento adicional tiene la forma de un alambre.
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, donde el elemento principal es cinc.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, donde, al menos, el elemento adicional es magnesio.

15. Procedimiento según la reivindicación 14, que comprende depositar continuamente una capa de una
5 aleación metálica a base de cinc que tiene un contenido de magnesio en peso entre el 0,1 % y el 20 % sobre dicho sustrato mediante la evaporación de un baño de una aleación metálica a base de cinc que tiene un contenido de magnesio en peso entre el 8 % y el 43 %.

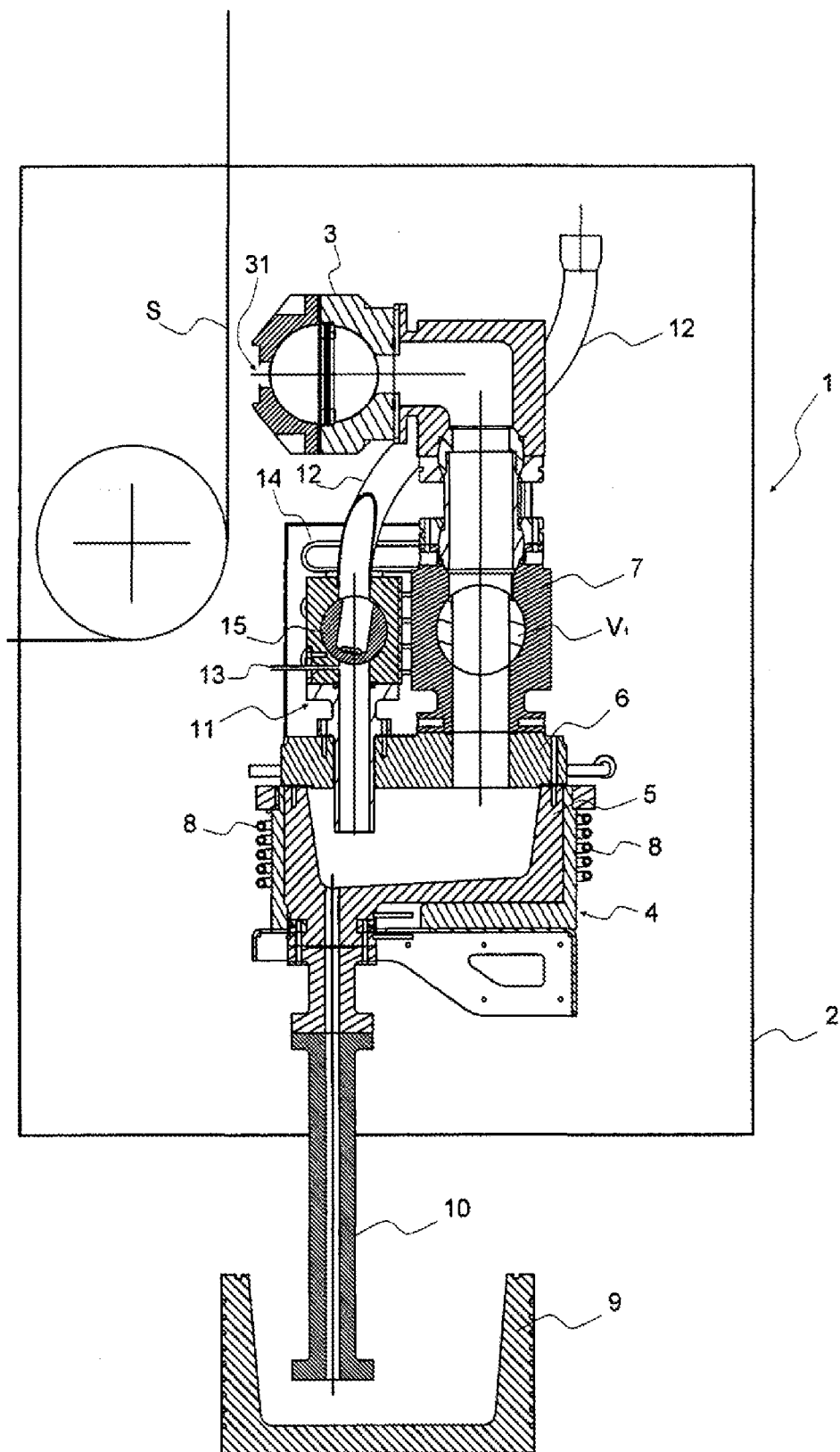


Figura 1