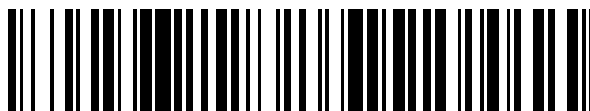


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 400**

51 Int. Cl.:

C23C 14/24 (2006.01)

C23C 14/16 (2006.01)

C23C 14/22 (2006.01)

C23C 14/56 (2006.01)

C23C 14/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2015 PCT/EP2015/071327**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016 WO16042079**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2015 E 15766142 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 3194635**

54 Título: **Dispositivo para la formación de recubrimientos sobre superficies de una pieza constructiva, un material en forma de banda o una herramienta**

30 Prioridad:

18.09.2014 DE 102014218770

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

17.06.2020

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (100.0%)
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100
47166 Duisburg, DE**

72 Inventor/es:

**TOPALSKI, SLAVCHO;
STUCKY, THOMAS;
ZWICK, AXEL y
KRATZENBERG, KLAUS**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 767 400 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

Dispositivo para la formación de recubrimientos sobre superficies de una pieza constructiva, un material en forma de banda o una herramienta

5 La invención se refiere a un dispositivo para la formación de recubrimientos sobre superficies de una pieza constructiva, material en forma de banda o herramienta, así como un procedimiento con dicho dispositivo. A este respecto pueden configurarse diferentes recubrimientos, recubrimientos en particular que forman una capa de desgaste o anticorrosiva con resistencia a altas temperatura.

10 Para el recubrimiento continuo de grandes superficies, por ejemplo materiales de banda de acero continuos a gran velocidad no existe hasta el momento ningún procedimiento de recubrimiento que pueda controlarse adecuadamente con alimentación de material continua en el que el recubrimiento se realice mediante evaporación que pueda competir económicamente con procedimientos de recubrimiento convencionales y con el que también puedan configurarse recubrimientos de materiales de elevado punto de fusión.

15 Así hasta ahora el recubrimiento se realiza con procedimientos de evaporación que funcionan con presión negativa, como son, por ejemplo, los procedimientos conocidos de deposición química de vapor (*Chemical Vapour Deposition* (CVD)) y procedimientos de deposición física de vapor (*Physical Vapour Deposition* (PVD)), desde décadas en el procedimiento discontinuo para el acabado de piezas constructivas y herramientas con capas de gran funcionalidad (protección contra el desgaste, aplicaciones ópticas y magnéticas, microelectrónica). Mientras que los procedimientos CVD debido al manejo complicado de los precursores y al tratamiento posterior de gases de escape no se han impuesto hasta el momento para procesos continuos, los procedimientos PVD hoy en día son indispensables en muchos sectores para el acabado de productos planos (espejos, vidrio para obras arquitectónicas) y productos en banda o enrollados (hojas de embalaje, banda de cobre y de aluminio).

20 La ventaja decisiva de procedimientos PVD, en los que el material de recubrimiento se transforma mediante procedimientos físicos en el estado de vapor es su altísima flexibilidad con respecto a la composición y estructura de capa, lo que permite, por ejemplo, un diseño de capa encauzado. Por tanto ya desde los años ochenta hay pretensiones y también patentes correspondientes de recubrir, por ejemplo, bandas de acero magnéticas en un proceso continuo con nitruro de titanio con el fin de reducir las pérdidas por histéresis magnética.

25 Normalmente en la evaporación con metales con punto de fusión más elevado, como por ejemplo titanio, se utilizan como fuente de evaporación crisoles que se han llenado con material sólido o líquido y que se vaporizan con un cañón de haz electrónico. En este sentido es problemática la alimentación de material continua en el crisol. Por encima del debido al problema de la accesibilidad para el haz electrónico el material crisol no puede conducirse a través de canales calientes con pocas pérdidas hacia la superficie que va a recubrirse de la pieza constructiva o herramienta correspondiente. Quedan por tanto recubrimientos de difusión que deben limpiarse al poco tiempo y alimentarse a un proceso de reciclaje, lo que provoca un gasto elevado y lleva a tiempos muertos que no pueden utilizarse productivamente.

30 También en el ámbito de la creación de capas anticorrosivas de aleaciones de zinc-magnesio mediante procesos PVD existen ya varias soluciones establecidas en la técnica. De este modo la fabricación se lleva a cabo mediante coevaporación de Zn y Mg o mediante deposición en fase de vapor de sistemas de capa que constan de varias capas consecutivas de Zn y Mg en alternancia. Se propuso también llevar a cabo un tratamiento posterior térmico adicional subsiguiente.

35 También es conocida la formación de procedimientos de recubrimiento PVD sobre forros de zinc y aleaciones de zinc. A este respecto puede utilizarse un sistema que consta de dos evaporadores de chorro y una cámara de mezcla. A este respecto los metales se calientan en los evaporadores por inducción, el vapor metálico formado se dirige hacia una cámara de mezcla y desde allí hacia la superficie de una pieza constructiva en forma de banda continua. Este procedimiento si bien permite velocidades altas sin embargo debido a la gran cantidad de material fundido es extremadamente lento desde el punto de vista térmico, lo que dificulta mucho la regulación de un proceso industrial. Además todas las superficies en contacto con el vapor deben mantenerse por encima de la temperatura de condensación de los metales utilizados, factor que apenas puede controlarse en particular en caso de metales de punto de fusión más elevado. Además, la fabricación de capas de aleación de metal con composición definida por razones de la técnica de procesos es complicada. También en este caso se plantea el problema de una alimentación continua de los materiales en los evaporadores. De este modo por ejemplo no hay materiales que soporten magnesio líquido durante un tiempo prolongado.

40 Otro procedimiento se basa en la levitación electromagnética. A este respecto se alimenta material de hilo lateralmente a un tubito de cuarzo y mediante una bobina que rodea el tubito de cuarzo se funde, se mantiene suspendido y se evapora. Este procedimiento se ensayó en metales de bajo punto de fusión, en metales que se funden a temperaturas más altas la capa sin embargo no puede separarse de manera uniforme sobre una superficie. Además se incorporan gotitas (*droplets*, partículas mayores) en la capa configurada sobre la superficie respectiva, lo que no es aceptable para capas anticorrosivas o de protección contra el desgaste y capas sometidas al desgaste por

deslizamiento.

Si bien los procedimientos en los que piezas de hilo metálicas cortadas se aplican sobre una placa sobrecalentada y allí se evaporan inmediatamente, los denominados evaporadores de tipo flash resuelven el problema de alimentación de material, sin embargo debido a la alimentación de material en fase sólida y a la necesidad de temperaturas claramente por encima de la temperatura de evaporación en cada piecicita de hilo no se alcanza una tasa de evaporación suficiente.

En la proyección térmica igualmente establecida, en particular en la variante de procedimiento de proyección por arco-hilo se conoce un procedimiento asequible y sencillo para la galvanización de piezas constructivas. A este respecto entre un hilo conectado al ánodo y conectado al cátodo o dichos electrodos se mantiene un arco que evapora el material en los extremos de hilo hacia una parte más pequeña y hacia una parte más grande. Un chorro de gas arranca el material líquido de los extremos de hilo y lo acelera hacia la superficie que va a recubrirse. Dado que las gotitas fundidas son muy pequeñas se solidifican al impactar contra la superficie de sustrato fría de forma muy rápida y configuran una estructura de tipo laminilla que en comparación con los procedimientos descritos hasta el momento es bastante porosa. Para alcanzar un efecto anticorrosivo suficiente deben separarse por tanto capas con grosores entre 70 µm y 150 µm. Los grosores de capa necesarios son con ello más elevados en un factor de 10 a 20 que en procedimientos utilizados normalmente en procedimientos con cinta de modo que la proyección térmica sola por motivos de eficiencia de recursos no se considera para el recubrimiento con cintas o grandes superficies. A esto se añade que las superficies generadas mediante proyección térmica en general son demasiado rugosas para aplicaciones en automóviles y por tanto sería necesario un mecanizado posterior. Además la adherencia deficiente supone un problema en muchos emparejamientos de material.

De este modo en el documento US 2004/0065170 A1 se describe un procedimiento para el procedimiento de un material nanoestructurado.

El documento US 2012/0018407 A1 se refiere a un sistema para la inyección térmica.

Un procedimiento y una cámara de evaporación para la formación de una corriente de vapor continua están descritos en el documento US 6.210.755 B1 .

La divulgación del documento US 2013/0217164 A1 se refiere a un dispositivo para la formación de capas orgánicas y en el documento US2003/0113481 A1 se describe el recubrimiento de células solares, por ejemplo.

La invención se basa en el objetivo de facilitar posibilidades con grandes tasas de recubrimiento, con un procedimiento de recubrimiento de control y/o regulación adecuados mediante evaporación de superficies que van a recubrirse, con alimentación de material continua, en particular también para materiales con alto punto de fusión o sistemas de aleación, como por ejemplo hierro-magnesio-zinc.

De acuerdo con la invención este objetivo se consigue con un dispositivo que presenta las características de la reivindicación 1. La reivindicación 15 define un procedimiento en el que con un dispositivo debe conseguirse un recubrimiento. Configuraciones ventajosas y perfeccionamientos de la invención pueden realizarse con características señaladas en reivindicaciones subordinadas.

En el dispositivo de acuerdo con la invención al menos un material en forma de banda o de hilo utilizado para la formación del recubrimiento respectivo puede alimentarse a la zona de influencia de un arco eléctrico, que está configurado entre dos elementos en forma de hilo o de banda o un cátodo y un ánodo que están conectados a una fuente de tensión continua eléctrica. El arco puede estar configurado a este respecto entre elementos en forma de hilo o de banda que están formados con el material o los materiales que se utilizan para la formación del recubrimiento.

Esta unidad puede estar realizada a este respecto de manera comparable a un cabezal de inyección. El material fundido y/o evaporado mediante la energía del arco entra mediante una corriente de gas de un gas o mezcla de gases en el interior de una cámara que puede calentarse a una temperatura que corresponde al menos a la temperatura de evaporación del al menos un material utilizado para el recubrimiento o del material con la temperatura de evaporación más alta en cada caso, mediante una entrada. A este respecto el material o los materiales se evapora/evaporan en la cámara completamente y sale/salen a través de una abertura presente en la cámara. El material o los materiales evaporados impacta/impactan contra la superficie que va a recubrirse de la pieza constructiva, material en forma de banda o pieza de trabajo para la formación del recubrimiento respectivo.

Dado que sobre la superficie de la pieza constructiva, del material en forma de banda o herramienta predomina una temperatura mucho más baja el material que impacta pasa al estado sólido. Si se utilizan varios materiales de este modo puede realizarse una formación de aleación in situ, que es posible ventajosamente en particular en caso de metales con los que con otros procedimientos no es posible ninguna formación de aleación o solo realizable con dificultad.

La atmósfera dentro de la cámara debería estar exenta de oxígeno si no se pretende un recubrimiento que contenga un óxido. Para garantizar la ausencia de oxígeno y para la bajada de la temperatura de evaporación, del material alimentado la presión dentro de la cámara debería haber bajado con respecto a la presión ambiente, preferiblemente hasta una presión, que corresponde a un mínimo de la presión en la que se evapora agua. Por ello puede utilizarse una bomba de anillo hidráulico asequible insensible al polvo.

La alimentación de material con uno o varios hilos o bandas del material o materiales que van a recubrirse puede realizarse ventajosamente a través de rodillos de accionamiento controlables. El material puede a este respecto almacenarse bajo condiciones ambiente y después alimentarse preferiblemente por técnica de transferencia continua al proceso de evaporación o de fusión por arco que tiene lugar en condiciones de vacío o una atmósfera exenta de oxígeno.

Pueden utilizarse en este sentido diferentes materiales en forma de hilo o de banda en cuanto al grosor y composición incluyendo hilo. Por ello pueden configurarse sistemas de capa de aleación con casi composición de material discrecional sobre superficies de piezas constructivas, materiales en forma de banda o herramientas. La cantidad y el número de las aleaciones empleadas pueden ampliarse a este respecto prácticamente de forma discrecional mediante varios arcos con alimentación de corriente de gas y alimentación de material en forma de hilo o de banda que se introducen en una cámara. Mediante soldadura de material en forma de hilo o de banda bajo condiciones atmosféricas para formar por así decirlo un hilo continuo puede garantizarse un funcionamiento ininterrumpido también durante semanas.

El material utilizado en forma de hilo o de banda para la formación del recubrimiento puede fundirse o evaporarse parcialmente mediante un arco eléctrico que se configura entre material de hilo o de banda y un cátodo o ánodo refrigerado con agua. El material o los materiales en forma de hilo debería(n) alimentarse a este respecto ventajosamente en un ángulo plano (agudo), de manera comparable a un cabezal de proyección por arco-hilo entre sí o con respecto a un ánodo o cátodo. El ángulo debería situarse preferiblemente en el intervalo de 30°. Sin embargo también un arco puede estar configurado entre al menos dos materiales en forma de hilo o de banda, para la fusión y/o evaporación del material en forma de hilo o de banda. Los materiales en forma de hilo o de banda forman entonces el cátodo y ánodo que están conectados a una fuente de tensión continua eléctrica.

Sin embargo una formación de arco puede configurarse también entre un material en forma de hilo o de banda que está conectado a un electrodo de una fuente de tensión continua eléctrica y un cátodo o un ánodo cuyo material no se funde mediante arco o incluso se evapora. El material en forma de hilo o de banda conectado a un electrodo de la fuente de tensión continua eléctrica forma de este modo un ánodo o cátodo y el electrodo complementario, es decir cátodo o ánodo está formado con un material que no se funde.

Al mismo tiempo una corriente de gas preferiblemente exenta de oxígeno (preferiblemente nitrógeno o argón) puede pasar en dirección longitudinal delante de los extremos del material en forma de hilo o de banda o de los materiales en forma de hilo o de banda que están dispuestos en la zona de influencia del arco eléctrico. La corriente de gas rompe desde los extremos del lado frontal del material las gotitas de masa fundida más pequeñas y expulsa estas y el calor de material que se forma mediante una abertura en forma de tobera y a través de una entrada hacia el interior de la cámara.

El material en forma de hilo o de banda que va a evaporarse mediante el arco o los materiales que van a evaporarse (por ejemplo Fe, Zn, Al, Mg o aleaciones con estos) puede presentarse en forma de hilos con un diámetro un ancho de una banda en la zona de pocos milímetros. Un material en forma de banda o de hilo puede estar unido con el ánodo, el otro con el cátodo de una fuente de corriente continua eléctrica que en caso de una tensión eléctrica entre 10 V y 80 V es capaz de suministrar corrientes eléctricas entre 20 A y 200 A. Las tensiones y corrientes eléctricas seleccionadas en cada caso dependen de los materiales que van a evaporarse. Para Fe pueden seleccionarse por ejemplo $U = 30 \text{ V}$ y $I = 80 \text{ A}$. El contacto está realizado ventajosamente de material (cobre) buen conductor en forma de material de barra perforado de modo que material en forma de hilo puede conducirse a través del taladro. Esto permite un buen contacto eléctrico y el guiado del material en forma de hilo de tal modo que se juntan con sus extremos. En el caso de material en forma de banda puede utilizarse una hendidura en lugar de un taladro.

Si se aplica una tensión eléctrica se enciende un arco eléctrico entre los extremos de los materiales en forma de hilo o de banda, cuando están conectados a un ánodo y un cátodo de una fuente de tensión eléctrica continua. El material en forma de hilo o de banda se funde por ello al menos parcialmente y puede evaporarse parcialmente. Para mantener el arco debe conducirse por tanto material en forma de hilo o en forma de banda lo que puede conseguirse con un equipo de alimentación. El material en forma de hilo o de banda y el contacto eléctrico que lo rodea pueden ventajosamente sujetarse en un bloque de cerámica resistente a la temperatura y eléctricamente aislante. Para evaporar completamente el material en parte fundido, en parte evaporado se transporta mediante una corriente de un gas, con la que el material que va a evaporarse no reacciona por ejemplo argón, hacia adelante roto en la dirección de una cámara y hacia o mediante un equipo de calentamiento. Ventajosamente el bloque de cerámica se une mediante un tubo con el equipo de calentamiento para transportar gas, material fundido y evaporado sin pérdidas hacia el equipo de calentamiento.

El equipo de calentamiento puede constar ventajosamente de material resistente a altas temperaturas, eléctricamente conductor, de manera especialmente ventajosa grafito, y puede presentar una forma cilíndrica (crisol/cámara). El tubo de unión al bloque de cerámica debería estar instalado de manera que el material puede alimentarse tangencialmente, de modo que tras la alimentación circula en el crisol en forma de un flujo circular. Las partículas de material todavía no evaporadas, fundidas poseen una densidad más alta que el material evaporado gaseoso. Las partículas de material pueden desplazarse a través del flujo circular hacia fuera hacia la pared de crisol interna por la que circulan a lo largo y a este respecto absorben la energía necesaria para la evaporación completa de la reserva de calor del crisol. En el crisol puede estar presente una tapa en cuyo centro está encastrado un tubo redondo que se sumerge axialmente en el interior del crisol (tubo de inmersión) y está abierto a ambos lados. Mediante este tubo las partes ya en forma de vapor del material pueden abandonar el crisol hacia arriba.

Por encima de la abertura superior del tubo se disponen ventajosamente las superficies que va a recubrirse, a este respecto puede tratarse por ejemplo de material de banda que se mueve continuamente a través de la abertura. Para aumentar el alcance del vapor y evitar una nueva condensación del material, puede hacerse funcionar el dispositivo descrito ventajosamente en una cámara en la que reina presión negativa.

El crisol puede calentarse en principio en los modos más distintos. Es ventajoso un calentamiento inductivo. Para ello el crisol puede estar rodeado con un inductor que posee una impedancia adaptada y ventajosamente puede hacerse funcionar en el intervalo de algunos kHz. El inductor está rodeado ventajosamente por completo por un material que garantiza el aislamiento térmico y eléctrico del inductor. Este puede ser por ejemplo hormigón. El crisol para evitar pérdidas de calor mediante radiación de calor debería estar rodeado material térmicamente aislante. La temperatura de crisol debe seleccionarse de modo que se supere la temperatura de ebullición del material que va a evaporarse. Esta es por ejemplo 1200 °C para Zn, o el material que va a evaporarse con la presión negativa dominante ya posee una presión de vapor considerable (por ejemplo 2600 °C para Fe).

Para aumentar la tasa de evaporación y/o para evaporar distintos materiales el crisol puede equiparse ventajosamente con varios de los equipos anteriormente mencionados para la alimentación de material fundido y evaporado.

Para la formación del arco eléctrico pueden utilizarse las fuentes de corriente eléctrica conocidas durante proyección por arco-hilo con alta potencia de fusión. Pueden utilizarse diferentes tipos de arco eléctrico, según el(los) material(es) utilizado(s). Al contrario que en proceso de proyección habituales debe pretenderse una tasa de evaporación del material que va a evaporarse. Esto debería respaldarse también mediante una minimización del flujo volumétrico que se selecciona durante la alimentación de la corriente de gas. El gas o mezcla de gas, con el que se forma la corriente de gas debería alimentarse ventajosamente precalentado en este sentido para minimizar la cantidad de gas y las energías necesarias en el proceso de evaporación siguiente dentro de la cámara. Esto puede realizarse, por ejemplo, mediante líneas en espiral en la zona de calentamiento del inductor. La corriente de gas puede fluir de este modo a través de la zona de influencia del inductor y calentarse a este respecto.

La mezcla de corriente de gas, material evaporado y gotitas de masa fundida finísima gotitas de masa fundida se introduce en la cámara calentada. La temperatura dentro de la cámara debe corresponder a este respecto al menos a la temperatura de evaporación del material evaporado, utilizado para la formación del recubrimiento con la temperatura de evaporación más alta en cada caso, de modo que las pequeñas gotitas de masa fundida del material que todavía quedan puedan evaporarse completamente dentro de la cámara. La temperatura de evaporación y con ello también la temperatura de cámara necesaria en cada caso pueden bajarse claramente mediante utilización de una presión negativa. Esto es necesario en caso de algunos materiales con un punto de fusión más elevado y ventajoso dado que de otro modo no se dispone de materiales de pared de cámara adecuados. Es ventajosa una presión negativa, que corresponde a un mínimo de la presión en la que se evapora el agua para poder utilizar también bombas de anillo hidráulico asequibles y resistentes al polvo para generar vacío.

En la cámara puede estar presente al menos un cabezal de inyección o al menos un cabezal de inyección puede estar unido también con la cámara. A este respecto el cabezal de inyección debería presentar los elementos, que son necesarios para la formación de un arco y corriente de gas. Los elementos para la alimentación de material en forma de hilo o de banda pueden ser igualmente componente de un cabezal de inyección.

Un cabezal de inyección puede estar dispuesto a este respecto de modo que la tobera del cabezal de inyección se encuentra en la cámara o entre cabezal de inyección y pared de cámara puede estar dispuesto un tubo inyector. Naturalmente pueden estar dispuestos también varios cabezales de inyección en una cámara.

La corriente de gotitas de gas-vapor que sale a través de la tobera del cabezal de inyección impide en este sentido una penetración de material evaporado en el cabezal de inyección. La tobera del cabezal de inyección debería corresponder en este sentido al menos a la temperatura de fusión del material alimentado con el punto de fusión más alto para impedir un crecimiento de la tobera. Ha de pretenderse también en este caso la temperatura de evaporación. Preferiblemente por tanto la tobera y el cabezal de inyección, y dado el caso, el tubo inyector ha de fabricarse de material cerámico resistente a temperaturas elevadas, aislante o de una mezcla de componentes de grafito y material cerámico aislante. A este respecto como material cerámico se prefiere nitruro de boro. Para el

5 contacto eléctrico de los materiales en forma de hilo o de banda deberían integrarse elementos de contacto refrigerados con agua, preferiblemente de cobre en el cabezal de inyección. Mediante una formación de la abertura en forma de una tobera que disminuye o se ensancha a modo de cono o la formación de la cámara delante de la
 5 abertura/tobera puede influir en la energía mecánica o la forma geométrica de la corriente de gotitas de gas-vapor saliente.

10 Como material para las paredes de cámara debería utilizarse preferiblemente grafito debido a su buena resistencia térmica, conductividad térmica y conductividad eléctrica. Según el material o los materiales que van a evaporarse puede combinarse con materiales cerámicos resistentes a las altas temperaturas, resistentes para masa fundida, por
 10 ejemplo nitruro de boro para la formación de recubrimientos con hierro y aluminio, preferiblemente en forma de un revestimiento parcial o completo.

15 La cámara puede calentarse a este respecto preferiblemente mediante un elemento de calentamiento por inducción o por encima de temperaturas de evaporación. Para el aislamiento a temperaturas > 2000 °C se prefiere en este sentido una combinación de lana de grafito e inductores de cobre revestidos de óxido de aluminio, refrigerados con
 15 agua. Sin embargo puede realizarse también un calentamiento a través de elementos de calentamiento CFC dentro o fuera de la cámara.

20 Para minimizar la temperatura de cámara necesaria e impedir o garantizar al mismo tiempo una salida de gotitas de masa fundida desde el interior de la cámara de modo que las gotitas de masa fundida permanezcan el mayor tiempo posible en las paredes externas calentadas de la cámara o circulen a lo largo las paredes de la cámara puede
 20 formar canales a través de los cuales fluya el material fundido y/o evaporado por un trayecto más largo y un periodo de tiempo prolongado. Las paredes de cámara se realizan de acuerdo con la invención en la forma de un separador ciclónico. A este respecto el material que va a recubrirse debería deslizarse preferiblemente, como sobre un cojín de
 25 aire, sobre la corriente de gas y/o de vapor y el vapor formado dentro de la cámara debería conducirse de modo que pueda separarse completamente sobre la superficie que va a recubrirse. Para esto puede influir ventajosamente una forma de abertura o de tobera adecuada a través de la cual salga el material evaporado de la cámara. En cualquier caso debería impedirse un contacto directo entre pared de cámara y material que va a recubrirse dado que esto
 30 puede producir un deterioro del recubrimiento que va a configurarse y/o un recubrimiento de la pared de cámara.

30 Si no es posible una separación completa de la corriente de vapor como recubrimiento sobre la superficie respectiva de una pieza constructiva, material en forma de banda o herramienta en la zona de impacto directo del vapor el material utilizado para el recubrimiento puede guiarse en un canal caliente por encima de la abertura de la cámara.

35 La composición de aleación del recubrimiento en fase de vapor por encima de la abertura de la cámara puede controlarse o regularse de manera arbitraria y rápidamente mediante diferentes velocidades de avance con las que se alimenta material en forma de banda o de hilo al arco eléctrico en combinación con parámetros de arco adecuados o mediante una conexión o desconexión.

40 Por ello la cantidad del material o los materiales para la formación del recubrimiento utilizado puede adaptarse a la velocidad de avance a la que pasa la superficie que va a recubrirse.

45 Si deben recubrirse zonas superficiales más grandes o determinadas zonas superficiales pueden estar presentes varias aberturas en una cámara a través de las cuales puede dirigirse material evaporado hacia la superficie que va a recubrirse. Pueden estar presentes también varios arcos con alimentación para una corriente de gas y material(es) en forma de hilo o de banda en una cámara. Pueden unirse también varias cámaras entre sí por ejemplo mediante una cámara de presión longitudinal.

50 Para determinados sistemas de capa, con los que va a configurarse un recubrimiento sobre una superficie de una pieza constructiva, material en forma de banda o herramienta, una ionización adicional del vapor saliente, tal como se conoce del sector de los evaporadores por haz de electrones puede provocar una mejora de las propiedades de capa.

55 Si la pieza constructiva, material en forma de banda o herramienta se calienta lo suficiente y/o el vapor se ioniza y dado el caso se acelera entonces puede realizarse también una aleación de los materiales evaporados o se realiza una aleación del recubrimiento mediante el material base.

60 Existe también la posibilidad ventajosa de ajustar la distancia de la superficie que va a recubrirse de un material en forma de banda respecto a la superficie de la cámara al menos en la zona de la abertura mediante la energía cinética de la corriente de vapor-gas saliente. Por ello puede configurarse un cojín de gas que reduzca el rozamiento considerablemente y a este respecto mantenerse una distancia muy pequeña, por lo que puede reducirse o incluso evitarse totalmente una pérdida de material de recubrimiento.

65 A continuación la invención va a explicarse con más detalle a modo de ejemplo.

A este respecto muestra:

la figura 1 un ejemplo de un dispositivo de acuerdo con la invención para la formación de un recubrimiento sobre una superficie de una pieza constructiva.

5 En la figura 1 se muestra un dispositivo para la formación de un recubrimiento sobre una superficie de una pieza constructiva 7, en este caso un material en forma de banda de acero.

A este respecto un material en forma de hilo 2.1 y 2.2 se alimenta con ayuda de rodillos de accionamiento (no representados) de modo que entre estos hilos puede configurarse un arco 2 cuando se configura mediante una
10 fuente de corriente continua eléctrica un hilo como cátodo 2.1 y un hilo como ánodo 2.2. Por ello los extremos del lado frontal se evaporan y/o al menos se funden.

En esta zona una corriente de gas 1 de un gas o mezcla de gases calentado preferiblemente a una temperatura de al menos 600 °C en la que no está contenido oxígeno alguno, con un flujo volumétrico que es suficiente para
15 introducir el material fundido y/o evaporado 2.1 y 2.2 a través de un tubo inyector 3 en la cámara 4 realizada como ciclón.

La mezcla de gotitas de gas-vapor se introduce de este modo en la cámara 4 configurada como ciclón de modo que se configura un flujo rotatorio en al menos un canal 6 entre pared de cámara 4 y un tubo de inmersión 9. Por ello las
20 gotitas de masa fundida presentes en la pared externa calentada de la cámara 4 se separan, se evaporan allí y una corriente de gas-vapor se transporta hacia una abertura 5 que está dispuesta en la zona del tubo de inmersión 9.

A este respecto la superficie que va a recubrirse de la pieza constructiva 7 está situada fuera de la cámara 4 a escasa distancia respecto a la abertura 5 y durante la formación del recubrimiento se mueve mediante traslación o
25 rotación con una velocidad de avance adecuada de modo que puede recubrirse toda la superficie provista para el recubrimiento.

Se ha renunciado a una representación de un equipo de alimentación para material en forma de hilo, por ejemplo mediante al menos dos rodillos de los cuales al menos uno debería poder accionarse.
30

El canal/los canales 6 está/están configurados de modo que el trayecto del arco 2 eléctrico está prolongado hasta la abertura 5 y quedan gotitas de masa fundida mediante un flujo rotatorio sobre la pared calentada con el fin de prolongar el tiempo de contacto del material evaporado y/o materiales evaporados con la pared calentada y el
35 elemento de calentamiento por inducción 8 que rodea la cámara 4 desde fuera hasta por encima de la temperatura de evaporación del material 2.1 y 2.2, con la que debe configurarse el recubrimiento, a la presión mantenida en cada caso en la cámara 4 el material utilizado 2.1 y 2.2 para el recubrimiento completamente logra evaporarse completamente antes de que salga de la abertura 5 e impacta sobre la superficie que va a recubrirse de la pieza constructiva 7. Por ello en particular puede conseguirse un recubrimiento de las paredes de la cámara 4 y un
40 aprovechamiento al menos casi completo del material utilizado para la formación del recubrimiento. En el caso de una completa evaporación pueden evitarse también gotitas (droplets) salientes que se acumulan en el recubrimiento y llevarían al empeoramiento de la calidad de superficie. Mediante una formación en forma de embudo del fondo de cámara 10 puede evitarse por completo dado el caso una salida de gotitas de masa fundida incluso en el caso de una selección de temperatura errónea.
45

Tal como ya se ha expresado, la presión en el interior de la cámara 4 debería reducirse con respecto a la presión ambiente para poder reducir en la medida de lo posible la temperatura necesaria máxima para la evaporación completa del material.

50 Las paredes de la cámara 4 en este ejemplo están formadas de grafito. En caso de materiales cuyas fusiones corroen el grafito, al menos partes de la cámara 4 pueden estar revestidas con materiales cerámicos, por ejemplo nitruro de boro. Por ello pueden utilizarse también los materiales para la formación de recubrimientos en los que no puede utilizarse grafito puro.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la formación de recubrimientos sobre superficies de una pieza constructiva, un material en forma de banda o una herramienta, en el que al menos un material (2.1 y/o 2.2) en forma de banda o de hilo utilizado para la formación del recubrimiento respectivo forma/forman un cátodo y/o un ánodo que están conectados a una fuente de tensión continua eléctrica, y entre los cuales está configurado un arco eléctrico, pudiéndose alimentar material (2.1 y/o 2.2) en forma de banda o de hilo mediante un equipo de alimentación; y material fundido y/o evaporado del material en forma de hilo o de banda (2.1 y/o 2.2), mediante una corriente de gas (3) de un gas o de una mezcla de gases y a través de una entrada, penetra en el interior de una cámara (4) que puede calentarse a una temperatura que corresponde al menos a la temperatura de evaporación del al menos un material utilizado para el recubrimiento o del material con la temperatura de evaporación más alta en cada caso, y el/los material(es) se evapora(n) completamente, y sale a través de al menos una abertura (5) presente en la cámara (4) e impacta sobre la superficie que va a recubrirse de la pieza constructiva o de la pieza de trabajo (6) para la formación del recubrimiento respectivo; **caracterizado por que** la cámara está configurada en forma de un separador ciclónico.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la atmósfera en la cámara y en la abertura (5) está exenta de oxígeno para el caso de que no deba formarse ningún recubrimiento que contenga óxido.
3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por que** para bajar la temperatura de evaporación y/o para garantizar la ausencia de oxígeno, la presión dentro de la cámara (4) puede bajarse con respecto a la presión ambiente, preferiblemente hasta una presión que corresponde a un mínimo de la presión en la que se evapora el agua.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la cámara (4) puede calentarse mediante un elemento de calentamiento por inducción (8) configurado alrededor de la cámara (4) o integrado en el material de la pared de cámara.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** el gas o la mezcla de gas circulan para su calentamiento a través de la zona de calentamiento de un inductor.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado por que** un cabezal de inyección está fabricado de material cerámico resistente a altas temperaturas, preferiblemente nitruro de boro o de una mezcla de componentes de nitruro de boro y componentes de grafito y/o los elementos de contacto para el o los materiales en forma de banda y/ de hilo son elementos de cobre refrigerados con agua.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** están configurados canales (6) con las paredes de la cámara (4), a través de los cuales puede conducirse material evaporado, y material que todavía va a evaporarse, hasta la salida de la abertura (5) con un trayecto prolongado dentro de un espacio de tiempo ampliado.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dos materiales (2.1, 2.2) en forma de banda o de hilo están formados de al menos dos materiales diferentes y/o son un alambre tubular.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las paredes de la cámara están formadas de grafito o de grafito combinado con un material cerámico, en particular nitruro de boro.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** están presentes varias aberturas (5) en una cámara (4).
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** están formados varios arcos voltaicos (2) en cabezales de inyección en una cámara (4) y/o varias cámaras (4) están unidas entre sí, en particular mediante una cámara de presión longitudinal.
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la o las aberturas (5) de la cámara (4) y la tobera del cabezal de inyección presentan al menos la temperatura de fusión del material con el punto de fusión más alto.
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** para el aislamiento de la cámara (4) a temperaturas > 2000 °C se utiliza una combinación de lana de grafito para la pared de cámara e inductores de cobre revestidos con óxido de aluminio y refrigerados con agua para un elemento de calentamiento por inducción.
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** una abertura (5) está configurada en forma de una tobera que se estrecha o ensancha cónicamente.

- 5 15. Procedimiento para la formación de recubrimientos sobre superficies de una pieza constructiva, un material en forma de banda o una herramienta con un dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el grosor y la composición de un recubrimiento se ven influenciados por la cantidad del material (2.1, 2.2) en forma de hilo o de banda alimentado, por la conexión y desconexión de uno o varios arcos voltaicos (2) y/o cámaras o por la cantidad del material evaporado con respecto a la cantidad del material fundido en el proceso de fusión por arco voltaico mediante la influencia del flujo volumétrico de la corriente de gas, y/o la distancia de la superficie que va a recubrirse de un material (7) en forma de banda respecto a la superficie de la cámara (4) se ajusta al menos en la zona de la abertura (5) mediante la energía cinética de la corriente de vapor-gas saliente.

Fig. 1

