

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 184**

51 Int. Cl.:

C23C 4/06 (2006.01)

C23C 4/08 (2006.01)

C23C 4/14 (2006.01)

C23C 4/123 (2006.01)

B05B 5/00 (2006.01)

B05B 5/14 (2006.01)

B05B 17/06 (2006.01)

B05C 9/04 (2006.01)

B05B 13/02 (2006.01)

B05D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2016 PCT/EP2016/077711**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017 WO17085052**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2016 E 16795093 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3377667**

54 Título: **Método y aparato para aplicar un recubrimiento metálico**

30 Prioridad:

20.11.2015 EP 15195642

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

03.04.2020

73 Titular/es:

**TATA STEEL NEDERLAND TECHNOLOGY B.V.
(100.0%)
Wenckebachstraat 1
1951 JZ Velsen-Noord, NL**

72 Inventor/es:

**CRUIJFF, MARCEL y
DELICAAT, CHRISTIAAN LOUIS AUGUSTINUS**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 752 184 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

Método y aparato para aplicar un recubrimiento metálico.

- 5 La invención se refiere a un método para aplicar un recubrimiento metálico o un recubrimiento a base de metal sobre una superficie de un sustrato. La invención también se refiere a un aparato para aplicar un recubrimiento metálico o un recubrimiento a base de metal sobre una superficie de un sustrato.
- 10 Los recubrimientos metálicos o los recubrimientos a base de metal (en adelante denominados recubrimientos metálicos, a menos que se indique lo contrario) a menudo se aplican mediante galvanoplastia o inmersión en una masa fundida. Especialmente para recubrir superficies grandes, como tiras de metal, el recubrimiento por inmersión en caliente se usa para aplicar un recubrimiento de zinc o aluminio, o una aleación de los mismos, ya que la galvanoplastia es más costosa y menos práctica en AHSS (acero avanzado de alta resistencia) debido a la fragilidad por absorción de hidrógeno. La tira de metal, generalmente una tira de acero, se recoce primero continuamente y luego se guía directamente a través de un baño de metal fundido. El recubrimiento de la tira es relativamente grueso y debe retirarse parcialmente, para lo cual se utilizan cuchillas de gas.
- 15 Sin embargo, el recubrimiento por inmersión en caliente tiene la desventaja de que se acumulan en grandes cantidades contaminaciones de aleación de hierro-aluminio y óxido en el baño de metal y conducen a defectos superficiales en el recubrimiento. Además, la velocidad del recubrimiento es limitada porque cuando aumenta la velocidad, también aumenta la cantidad de metal a eliminar. Para hacerlo, el flujo de gas de las cuchillas de gas también debe aumentar, lo que provoca salpicaduras y afecta la superficie del recubrimiento. Además, el espesor del recubrimiento a menudo varía debido a las vibraciones de la tira.
- 20 Se han desarrollado otras técnicas de recubrimiento, pero todas tienen sus desventajas. Por ejemplo, la deposición física de vapor (PVD) requiere mucha energía y requiere una gran inversión; por lo tanto, la PVD se usa generalmente para capas de recubrimiento muy delgadas. Se conoce la pulverización térmica de zinc, pero esto generalmente se hace para cubrir, por ejemplo, esquinas de productos perfilados o soldaduras. Típicamente se producen capas gruesas que tienen una mala calidad; el recubrimiento es poroso y tiene una apariencia óptica poco atractiva. A. Jaworek, Journal of Materials Sciences, vol. 42, n°1, páginas 266-297, 2006, revisa los métodos y dispositivos de electropulverización que incluyen fuentes de iones metálicos líquidos, utilizados para la deposición de una capa delgada.
- 25 Es un objeto de la invención proporcionar un método para aplicar un recubrimiento metálico sobre una superficie de un sustrato (o una parte de esa superficie), mediante el cual se puede aumentar la velocidad de producción del proceso de recubrimiento.
- 30 Es otro objeto de la invención proporcionar un método para aplicar un recubrimiento metálico sobre una superficie de un sustrato que proporcione una calidad superficial mejorada en comparación con los recubrimientos por inmersión en caliente.
- 35 Es un objeto adicional de la invención proporcionar un método para aplicar un recubrimiento metálico sobre una superficie de un sustrato, dicho recubrimiento que puede ser más delgado que el aplicado habitualmente en el recubrimiento por inmersión en caliente.
- 40 Es aún otro objeto de la invención proporcionar un método para aplicar un recubrimiento metálico sobre una superficie de un sustrato que tenga una mejor calidad que un recubrimiento que se hace mediante el recubrimiento por inmersión en caliente.
- 45 Además, es un objeto de la invención proporcionar un aparato que pueda usarse para implementar el método de acuerdo con la invención.
- 50 Uno o más de los objetos de la invención se obtienen mediante un método para aplicar un recubrimiento metálico o un recubrimiento a base de metal sobre una superficie de un sustrato o una parte de esa superficie, en donde la superficie del sustrato es eléctricamente conductora, en donde la superficie del sustrato se proporciona con una temperatura que es adecuada para aplicar el recubrimiento, en donde se generan gotas de metal a partir de una superficie de una masa fundida metálica, en donde está presente un gas inerte en el área de la masa fundida metálica y las gotas y la superficie del sustrato, y en donde se aplica una alta tensión de entre 1 y 30 kV entre la masa fundida metálica y la superficie del sustrato, por lo cual las gotas de metal inciden en la superficie del sustrato para formar un recubrimiento.
- 55 Los inventores han descubierto que se puede proporcionar una capa de recubrimiento metálico de buena calidad cuando se generan gotas de metal líquido a partir de una masa fundida y estas gotas son atraídas hacia la superficie del sustrato. Esta superficie tiene que ser eléctricamente conductora para que se pueda aplicar una alta tensión entre la masa fundida metálica y la superficie. Las gotas se cargarán eléctricamente y, de esta manera, serán atraídas a la superficie; para poder hacerlo con el tiempo, la carga eléctrica de las gotas tiene que ser descargada por la superficie eléctricamente conductora una vez que las gotas inciden en la superficie. Las gotas deben crearse y viajar en un entorno caliente inerte, de lo contrario las gotas se oxidarán y solidificarán. La superficie del sustrato debe tener una temperatura adecuada para que
- 60
- 65

las gotas se adhieran a la superficie y se extiendan por humectación. Durante su viaje a la superficie, las cargas en las gotas evitarán la coagulación de las gotas y las gotas también se dispersarán homogéneamente en el gas inerte.

5 Al usar el método de acuerdo con la invención, es posible aplicar un recubrimiento delgado, por ejemplo, un recubrimiento que tiene un espesor entre 1 y 5 μm , a alta velocidad, que tiene una superficie lisa sin defectos y que tiene un espesor constante. También es posible aplicar recubrimientos más gruesos.

10 De acuerdo con una modalidad preferida, las gotas tienen un diámetro de a lo máximo 30 μm , preferentemente un diámetro de a lo máximo 20 μm . Las gotas de pequeño tamaño en una alta densidad se extienden bien sobre la superficie del sustrato y proporcionan un recubrimiento con un espesor uniforme. Los inventores esperan que las gotas que tienen un diámetro de 1 a 5 μm sean las más preferidas.

15 Preferentemente, el sustrato se mueve con respecto a la masa fundida metálica. De esta manera, se proporciona un recubrimiento que tiene un espesor constante sobre el sustrato mientras que las gotas se generan en una cantidad constante, cuando el sustrato se mueve a una velocidad constante. Cuando se cambia la velocidad, cambia el espesor del recubrimiento y/o se deben cambiar la cantidad de gotas.

20 De acuerdo con la invención, las gotas se forman a partir de la superficie de la masa fundida metálica mediante la aplicación de energía ultrasónica de alta frecuencia a la masa fundida metálica. La energía ultrasónica de alta frecuencia excita la superficie de la masa fundida metálica, por lo cual se forma una onda estacionaria en la superficie, desde la cual se liberan gotas cuando la amplitud es lo suficientemente alta. La magnitud de la frecuencia determina el tamaño y la cantidad de las gotas que se forman.

25 Preferentemente, la superficie de la masa fundida metálica se forma en la cara extrema de la punta de una boquilla. Cuando se usa una boquilla estándar (de presión), esta boquilla generalmente tiene una abertura de entrada a una cavidad llena de metal fundido. Un transductor acoplado a esta cavidad puede proporcionar energía ultrasónica al metal fundido, de manera que la superficie del metal fundido vibrará y liberará gotas. El metal fundido tiene que ser alimentado en la cavidad de la boquilla continuamente para mantener la cavidad llena. Por lo general, la superficie de la abertura de salida de la boquilla tiene un diámetro de aproximadamente 3 mm. Otra modalidad utiliza una serie de bocinas acústicas acopladas que vibran en resonancia, de manera que el metal fundido cubre la cara final de la última bocina, que tiene un diámetro de aproximadamente 1 mm. Esto conduce a una distribución monodispersa de las gotas de diámetros entre 1 y 5 μm para frecuencias de MHz. Se hace referencia al artículo "Faraday instability-based micro droplet ejection for inhalation drug delivery" de CS Tsai, RW Mao, SK Lin y SC Tsai, que describe la formación de gotas de agua.

35 De acuerdo con una primera modalidad preferida, la temperatura de la superficie del sustrato es mayor que la temperatura de fusión del metal. La gota que incide sobre la superficie del sustrato permanece así fundida y se extenderá bien sobre esa superficie, a menudo aumentará su diámetro aproximadamente con un factor de diez en comparación con el diámetro de la gota original.

40 De acuerdo con una segunda modalidad preferida, la temperatura de la superficie del sustrato es más baja que la temperatura de fusión del metal y la superficie del sustrato se calienta a una temperatura que es más alta que la temperatura de fusión del recubrimiento metálico, después que el recubrimiento metálico ha sido aplicado. Mediante el uso de este método, la gota que incidió en la superficie del sustrato se solidificará directamente en la superficie del sustrato, y evitará así el rebote y, por lo tanto, no se extenderá sobre esa superficie inicialmente. Dado que las gotas inciden al azar en la superficie, se formará una superficie de recubrimiento localmente desigual. Para crear una superficie lisa y uniforme del recubrimiento, la superficie del sustrato debe calentarse a una temperatura que sea más alta que la temperatura de fusión del recubrimiento metálico, de modo que el recubrimiento metálico se derrita y se forme una superficie lisa debido a la tensión interfacial (humectante) entre el recubrimiento y la superficie del sustrato. El calentamiento del recubrimiento se puede realizar de cualquier manera adecuada, tal como calentamiento por inducción.

50 Preferentemente, el recubrimiento metálico se forma a partir de un metal que tiene un punto de fusión bajo, tal como zinc, aluminio, estaño, cobre o una aleación del mismo, en donde los elementos de aleación son, por ejemplo, aluminio o magnesio, o en donde el recubrimiento a base de metal se forma a partir de un recubrimiento metálico con partículas sólidas, por ejemplo nanopartículas. Se espera que el método de acuerdo con la invención sea muy adecuado para aplicar un recubrimiento de zinc o a base de zinc, ya que se desea producir recubrimientos de zinc (aleación) con un espesor de menos de 5 μm que son difíciles de producir mediante el recubrimiento por inmersión en caliente. Además, la velocidad del recubrimiento puede ser más alta que la velocidad práctica máxima para el recubrimiento por inmersión en caliente, y es posible aplicar un recubrimiento en un solo lado del sustrato. Sin embargo, el método también es perfectamente adecuado para aplicar un recubrimiento de aluminio, estaño, cobre u otro metal (aleación). Además, mediante el uso del método de la invención es posible aplicar un recubrimiento a base de metal mediante la introducción de partículas sólidas en la masa fundida metálica. Estas partículas sólidas pueden ser, por ejemplo, nanopartículas u otras partículas pequeñas, que son (muy) pequeñas en relación con el diámetro de las gotas. En el método de la invención, es más fácil introducir estas partículas sólidas en el recubrimiento, mientras que al usar, por ejemplo, el recubrimiento por inmersión en caliente, estas partículas obstruirán fácilmente el baño de metal fundido.

65 De acuerdo con una modalidad preferida, el sustrato es una tira móvil, Preferentemente una barra metálica móvil, con mayor preferencia una tira móvil de acero. El método de acuerdo con la invención es muy adecuado para recubrir una tira

de metal o acero, de la misma manera que una tira de acero puede recubrirse con zinc o aluminio mediante recubrimiento por inmersión en caliente, directamente después de la línea de recocido. El método de acuerdo con la invención tiene la ventaja de que se pueden aplicar recubrimientos con prácticamente cualquier espesor y de que puede usarse una velocidad muy alta de la tira. Las vibraciones de la tira no influirán en el espesor del recubrimiento, y el guiado de la tira es más fácil porque no se necesita un baño de metal fundido a través del cual la tira tiene que ser guiada. No se forma escoria en el método de acuerdo con la invención.

Preferentemente, la tira de acero móvil tiene una temperatura de 350 °C a 500 °C cuando las gotas de metal consisten en zinc o una aleación de zinc. Por lo tanto, la tira tiene una temperatura superior a la temperatura de fusión del zinc, o ligeramente inferior a la temperatura de fusión, pero por lo tanto es fácil de calentar por encima de la temperatura de fusión, como se describió anteriormente.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un aparato para aplicar un recubrimiento metálico o un recubrimiento a base de metal sobre una superficie de un sustrato o una parte de esa superficie, el aparato que tiene un recipiente para mantener un gas inerte y para contener la superficie del sustrato a recubrir, o una parte de esa superficie, en donde los medios para generar gotas de metal a partir de la superficie de una masa fundida metálica están presentes en el recipiente, y en donde los medios para aplicar una alta tensión de entre 1 y 30 kV entre la masa fundida metálica y la superficie del sustrato a recubrir están presentes.

Este aparato puede usarse para implementar el método de acuerdo con el primer aspecto de la invención como se describió anteriormente. El recipiente es necesario para mantener el gas inerte en el área donde se forman las gotas y se desplazan e inciden en la superficie del sustrato. La alta tensión es necesaria para atraer las gotas hacia la superficie del sustrato.

Es posible que existan medios para calentar la superficie del sustrato a recubrir. Si se necesitan estos medios depende del uso que se haga del aparato de acuerdo con la invención. Cuando una tira de acero tiene que recubrirse mediante el uso del método de la invención y el aparato se coloca directamente después de la línea de recocido continuo, es posible que la tira tenga una temperatura que todavía sea lo suficientemente alta como para recubrirla sin el uso de medios de calentamiento adicionales. Esto también depende del recubrimiento a aplicar. Si el aparato se usa como equipo independiente, se deberá calentar una tira antes de que se pueda recubrir mediante el uso del método de acuerdo con la invención y se necesitan medios de calentamiento para el aparato.

De acuerdo con una modalidad preferida, los medios para generar las gotas de metal a partir de la superficie de una masa fundida metálica son una o más boquillas, en donde la superficie de la masa fundida metálica se forma en la cara extrema de la punta de una boquilla. El uso de estos se ha descrito anteriormente.

De acuerdo con la invención, existen medios para aplicar energía ultrasónica de alta frecuencia a la superficie de la masa fundida metálica. La formación de gotas mediante el uso de energía ultrasónica de alta frecuencia se ha descrito anteriormente.

De acuerdo con una modalidad preferida, el recipiente contiene un sistema de bloqueo de gas de entrada y un sistema de bloqueo de gas de salida para recubrir un sustrato móvil. El sustrato móvil, por ejemplo, una tira de acero o un alambre de acero, puede ingresar al recipiente a través del sistema de bloqueo de gas de entrada y salir del recipiente después de haber sido recubierto y preferentemente después de que el recubrimiento se haya solidificado a través del sistema de bloqueo de gas de salida. Los sistemas de bloqueo de gas de entrada y salida son necesarios para mantener el gas inerte dentro del recipiente, al tiempo que permite recubrir un sustrato móvil.

La invención se aclarará con referencia a una modalidad ejemplar, como se muestra esquemáticamente en las figuras.

La figura 1 muestra, de una manera muy esquemática y sin incluir varias partes requeridas, un aparato de acuerdo con la invención para recubrir una tira móvil mediante el uso del método de acuerdo con la invención.

La figura 2a muestra, de manera esquemática, cómo puede usarse una boquilla de presión estándar en el aparato de la figura 1, desde el exterior.

La figura 2b muestra en sección transversal la boquilla de presión que se muestra esquemáticamente en la figura 2a.

La figura 3a muestra, de manera esquemática, otra modalidad de boquillas colocadas en paralelo, que pueden usarse en el aparato que se muestra en la figura 1.

La figura 3b muestra una de las boquillas de la figura 3a con más detalle.

La figura 1 muestra una tira de metal en movimiento 1 que se alimenta horizontalmente desde, por ejemplo, un horno de recocido (no se muestra) y que se desvía en la dirección vertical mediante un rodillo guía 2. Sobre el rodillo guía 2 se coloca un recipiente (no se muestra), que tiene un sistema de bloqueo de entrada de gas en su parte inferior y un sistema de bloqueo de salida de gas en su parte superior (tampoco se muestra), de modo que la tira móvil 1 puede entrar y salir

respectivamente, del recipiente. Los sistemas de bloqueo de gas están presentes para mantener un gas inerte dentro del recipiente.

5 La figura 1 muestra un baño pequeño y cerrado 5 que contiene metal fundido 6 a cada lado de la barra metálica 1. Cada baño 5 tiene varios tubos de salida 7 que están conectados a las boquillas 9. Una válvula 8 está presente en cada tubo de salida 7 para regular el flujo de metal fundido a cada boquilla 9. Los baños 5 con metal fundido 6 se reponen con metal fundido adicional en un momento dado y de la forma requerida, mediante medios y medidas que no se muestran aquí. Reponer metal fundido en baños es tal como se conoce en la técnica.

10 Entre la tira 1 y el metal fundido 6 se aplica una alta tensión, por ejemplo de 6 kV (6000 Volt). El metal fundido tiene la alta tensión con relación a la tira 1, que está conectada a tierra. Se generan gotas de metal en las aberturas de salida de las boquillas 9. Estas gotas se generan en la superficie de la masa fundida metálica en las aberturas de salida de la boquilla 9 mediante la aplicación de una onda ultrasónica de alta frecuencia en la parte trasera de las boquillas 9. No se muestran los medios para generar las ondas ultrasónicas de alta frecuencia; la alta frecuencia es, por ejemplo, 3 MHz.
15 Las ondas ultrasónicas de alta frecuencia generan una onda estacionaria en la superficie de la masa fundida metálica en la abertura de salida de la boquilla 9, cuyas ondas estacionarias producen gotas con un diámetro promedio de menos de 20 μm .

20 Debido a la alta tensión entre el metal fundido 6, las gotas se cargan y son atraídas hacia la tira de metal 1 e impactan sobre ella. Cuando la tira de metal 1 tiene una temperatura que es más alta que la temperatura de fusión del metal (fundido) 6, las gotas permanecen fundidas y se extenderán sobre la superficie de la tira de metal 1. De esta manera, se formará un recubrimiento metálico continuo, liso y uniforme en la tira 1, debido a la tensión interfacial (humectante) del metal fundido en la tira. Las gotas se muestran en la figura 1 como una nube oscura frente a las boquillas 9.

25 Las boquillas 9 que se muestran en la figura 1 se representan con más detalle en las figuras 2a y 2b. La figura 2a muestra una boquilla 9 que tiene una abertura de salida 10. La figura 2b muestra que la abertura de salida 10 es la abertura de salida de una cavidad 11, que puede llenarse a través de la abertura de entrada 12. La cavidad 11 se llena con metal fundido a través de la abertura de entrada 12, y en la abertura de salida 10 se forma la superficie del metal fundido. Un transductor 13 detrás de la cavidad 11 en la boquilla 9 está configurado para vibrar mediante el uso de energía ultrasónica de alta frecuencia, por lo cual el metal fundido en la cavidad 11 vibrará. Esta vibración aumenta hacia la abertura de salida 10. En la superficie del metal fundido en la abertura de salida 10 se forma una onda estacionaria en la superficie, desde la cual se liberan gotas cuando la amplitud sea lo suficientemente alta. La magnitud de la frecuencia determina el tamaño y la cantidad de las gotas que se forman.

35 En lugar de las boquillas 9 que se muestran en la figura 1, 2a y 2b, también es posible usar otro tipo de boquilla como se muestra en la figura 3a y 3b para generar gotas del tamaño requerido. Las boquillas 15 que se muestran en la figura 3a usan una serie de tres pequeñas bocinas 16 en serie, como se muestra en la figura 3b, que son inducidas a vibrar por la energía ultrasónica de alta frecuencia generada en un transductor 17. Las bocinas 16 aumentan la amplitud de la vibración, de modo que la cara final 18 de la última bocina 16 tiene una alta amplitud de una frecuencia precisa. La cara extrema 18 de la boquilla 15 tiene una superficie de, por ejemplo, 1 mm^2 . El metal fundido se alimenta a la cara extrema 18 de la boquilla 15 a través de una tubería 19. Debido a la frecuencia precisa en la cara final de la boquilla, las gotas se forman dentro de un rango de diámetro estrecho entre 1 y 5 μm . Estos diámetros son muy adecuados para formar recubrimientos metálicos delgados de acuerdo con la invención.

45 Para la persona experta en la técnica, estará claro que deben proporcionarse medios para mantener el metal fundido 6 en los baños 5 a la temperatura requerida, y también pueden necesitarse medios para calentar la tira de acero antes de que entre en el recipiente, de manera que la tira tiene la temperatura requerida cuando las gotas inciden sobre ella, como se describió anteriormente. También puede ser necesario usar medios de calentamiento después de que se haya aplicado el recubrimiento, para fundir el recubrimiento que consiste en gotas impactadas, de manera que se obtenga una superficie lisa del recubrimiento. Pueden requerirse medios adicionales para controlar el flujo de metal fundido a través de las tuberías 7, y también medios para aplicar gas inerte al recipiente.

50 Algunas gotas se descargarán y flotarán a través del gas inerte en el recipiente, por lo tanto, las paredes del recipiente deben tener una temperatura tal que las gotas que lleguen a las paredes del recipiente permanezcan líquidas y fluyan hacia abajo en el recipiente, donde el metal fundido puede extraerse.

55 El metal que se puede aplicar como recubrimiento es el metal de recubrimiento habitual, como zinc, aluminio, estaño y cobre, o sus aleaciones, como aluminio y magnesio para zinc, y silicio para aluminio. Sin embargo, también podrían usarse otros metales y sus aleaciones. El sustrato que se recubrirá generalmente será una tira de metal, preferentemente una tira de acero, tal como un acero usado para fines automotrices o para la construcción. Sin embargo, también es posible recubrir otros sustratos, siempre que la superficie del sustrato a recubrir sea eléctricamente conductora. También es posible recubrir otros tipos de sustratos de la manera descrita anteriormente, como cables metálicos e incluso tubos metálicos (que tienen un diámetro pequeño). También es posible recubrir un sustrato con un recubrimiento metálico, por ejemplo, tuberías de mayor diámetro y otros productos largos de una manera semicontinua mediante el uso del método de acuerdo con la invención, y mediante el uso del aparato de acuerdo con la invención después de pequeñas modificaciones.

El recubrimiento metálico descrito anteriormente también abarca recubrimientos a base de metal, en donde las partículas sólidas se introducen en el metal fundido que se deposita en la superficie del sustrato mediante el uso del método de acuerdo con la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para aplicar un recubrimiento metálico o un recubrimiento a base de metal sobre una superficie de un sustrato o una parte de esa superficie, en donde la superficie del sustrato es eléctricamente conductora, en donde la superficie del sustrato se proporciona de una temperatura adecuada para aplicar el recubrimiento, en donde se generan gotas de metal a partir de una superficie de una masa fundida metálica, en donde está presente un gas inerte en el área de la masa fundida metálica y las gotas y la superficie del sustrato, y en donde hay una alta tensión de entre 1 y 30 kV aplicada entre la masa fundida metálica y la superficie del sustrato y las gotas se forman a partir de la superficie del metal fundido mediante la aplicación de energía ultrasónica de alta frecuencia al metal fundido, por lo cual las gotas metálicas inciden en la superficie del sustrato para formar un recubrimiento.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las gotas tienen un diámetro de a lo máximo 30 µm, preferentemente un diámetro de a lo máximo 20 µm.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el sustrato se mueve con relación a la masa fundida metálica.
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie de la masa fundida metálica se forma en la cara extrema de la punta de una boquilla.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en donde la temperatura de la superficie del sustrato es mayor que la temperatura de fusión del metal.
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en donde la temperatura de la superficie del sustrato es menor que la temperatura de fusión del metal y la superficie del sustrato se calienta a una temperatura que es más alta que la temperatura de fusión del recubrimiento metálico después de que se haya aplicado el recubrimiento metálico.
7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el recubrimiento metálico se forma a partir de un metal que tiene un bajo punto de fusión, tal como zinc, aluminio, estaño, cobre o una aleación del mismo, en donde los elementos de aleación son, por ejemplo, aluminio o magnesio, o en donde el recubrimiento a base de metal se forma a partir de un recubrimiento metálico con partículas sólidas, por ejemplo nanopartículas.
8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sustrato es una tira móvil, preferentemente una barra metálica móvil, con mayor preferencia una tira móvil de acero.
9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la tira de acero móvil tiene una temperatura de 350 °C a 500 °C cuando las gotas de metal consisten en zinc o una aleación de zinc.
10. Aparato para aplicar un recubrimiento metálico o un recubrimiento a base de metal sobre una superficie de un sustrato o una parte de esa superficie, el aparato que tiene un recipiente para mantener un gas inerte y para contener la superficie del sustrato a recubrir, o una parte de esa superficie, en donde los medios para generar gotas de metal a partir de la superficie de una masa fundida metálica están presentes en el recipiente, en donde los medios para aplicar una alta tensión de entre 1 y 30 kV entre la masa fundida metálica y la superficie del sustrato a recubrir están presentes, y en donde están presentes los medios para aplicar energía ultrasónica de alta frecuencia a la superficie de la masa fundida metálica.
11. Aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en donde los medios están presentes para calentar la superficie del sustrato a recubrir.
12. Aparato de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en donde los medios para generar las gotas de metal a partir de la superficie de una masa fundida metálica son una o más boquillas, cada una con una abertura de salida para formar la superficie de la masa fundida metálica, o las caras extremas de una o más puntas de una boquilla.
13. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 - 12, en donde el recipiente contiene un sistema de bloqueo de gas de entrada y un sistema de bloqueo de gas de salida para recubrir un sustrato móvil.

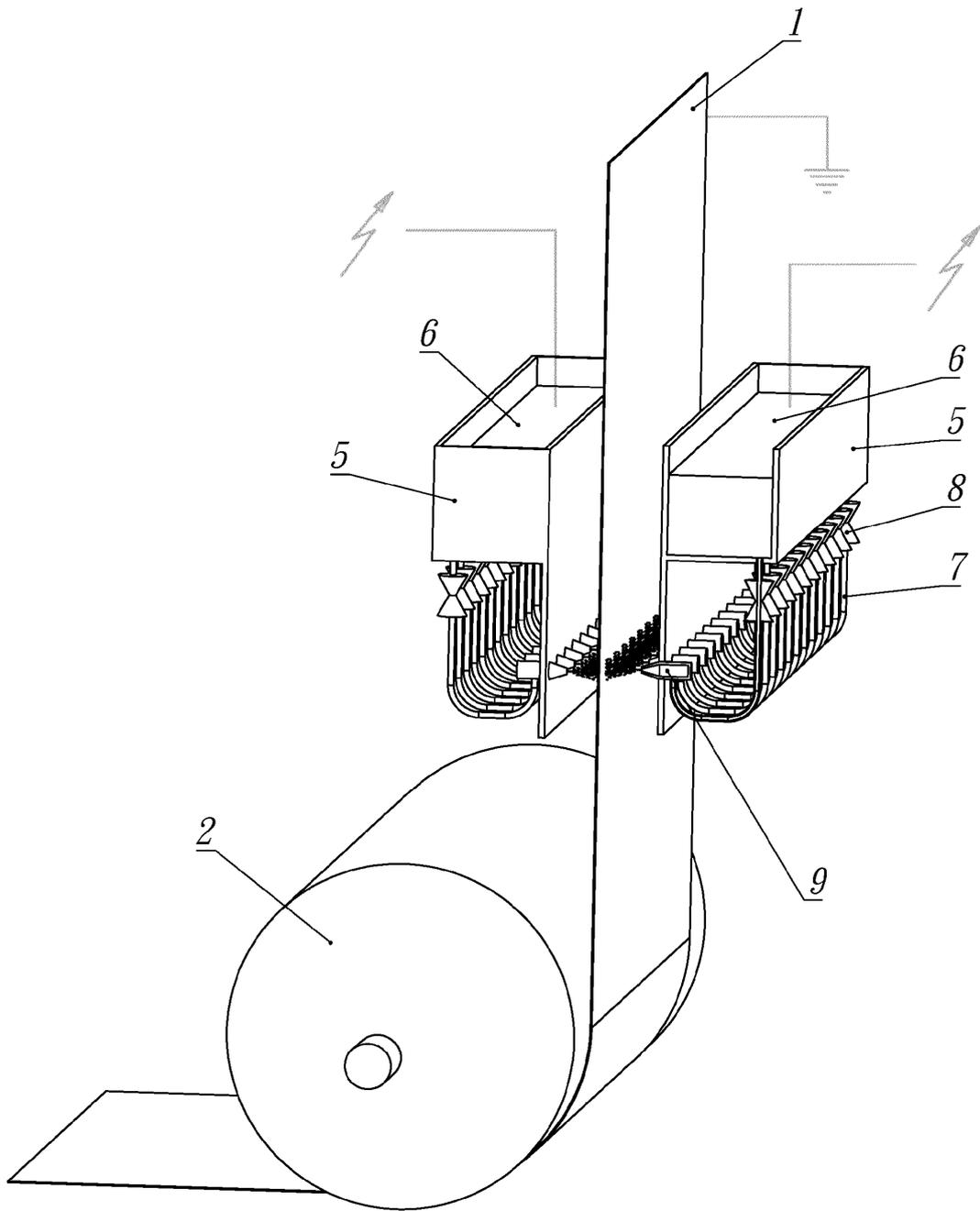


Fig 1

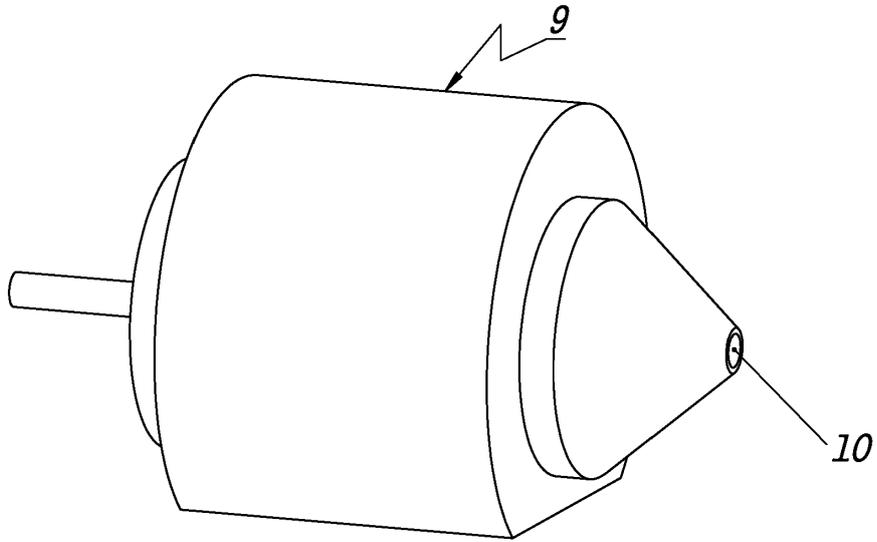


Fig 2a

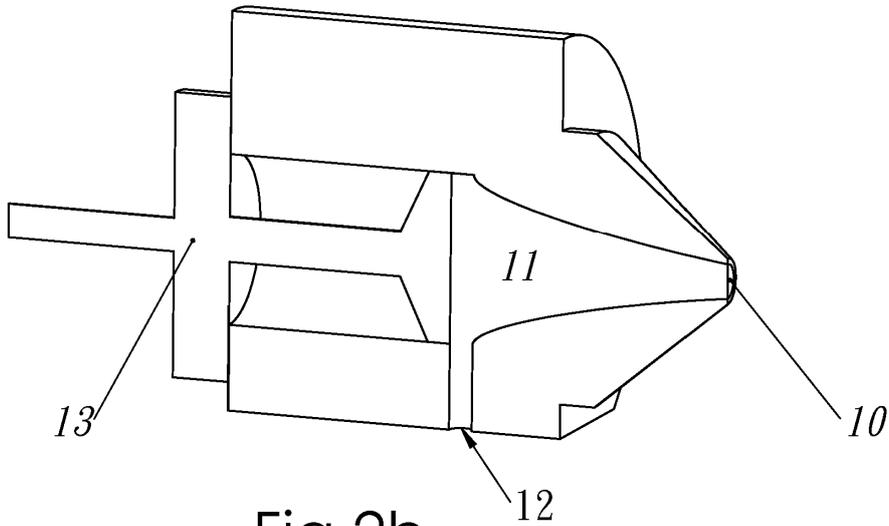


Fig 2b

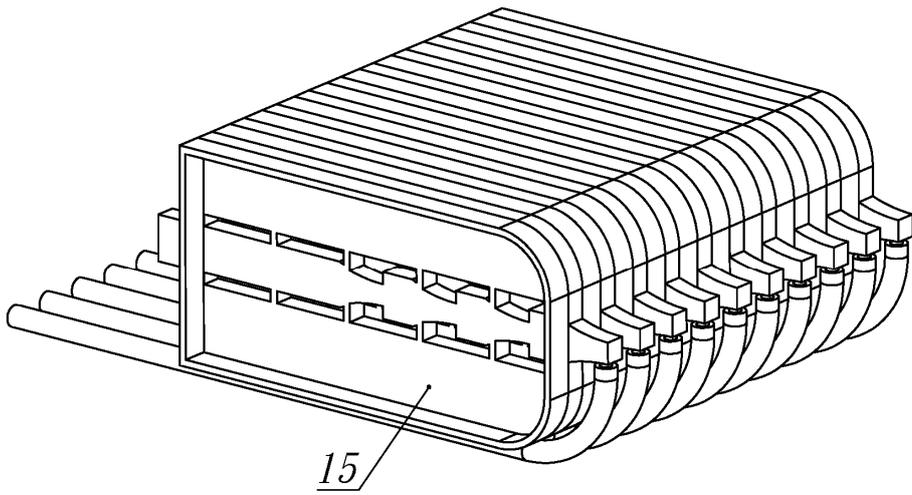


Fig 3a

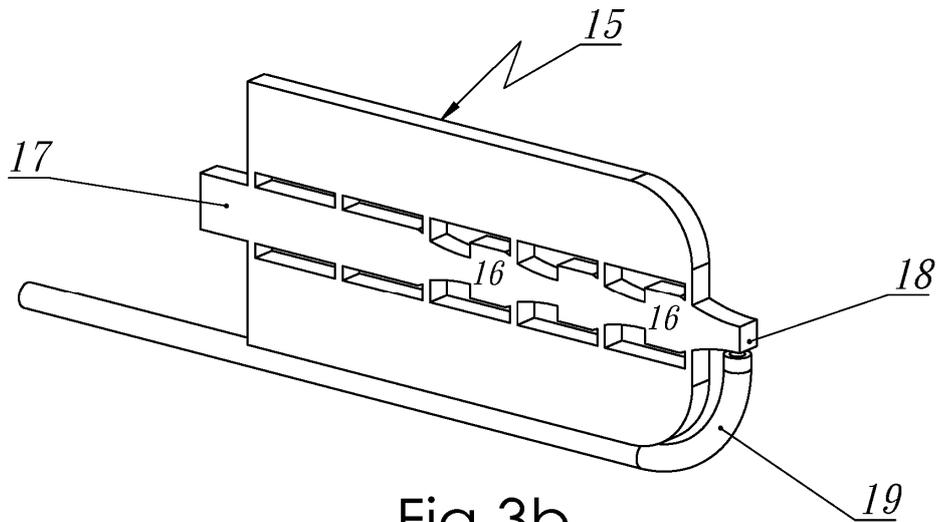


Fig 3b