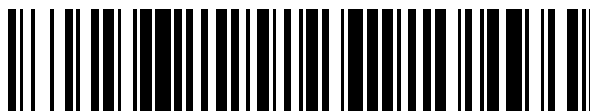


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 458**

51 Int. Cl.:

C23C 22/00	(2006.01) B05C 1/08	(2006.01)
B05D 7/14	(2006.01) C23C 22/36	(2006.01)
C23C 22/77	(2006.01)	
B05D 1/28	(2006.01)	
G01B 7/06	(2006.01)	
G01B 11/06	(2006.01)	
B41F 19/00	(2006.01)	
B41F 21/00	(2006.01)	
B21B 38/04	(2006.01)	
B21B 39/00	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.05.2014 PCT/IB2014/000745**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15173600**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2014 E 14733688 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 3143179**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de una banda de acero para embalaje y equipo asociado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.09.2019

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

72 Inventor/es:
**STOUFF, MATHIAS;
GLIJER, DAVID;
MARQUAIS, THIERRY;
LEQUIPPE, GUILLAUME;
LECLERC, THIBAUT y
FRIEDRICH, MARC**

74 Agente/Representante:
SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 724 458 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de fabricación de una banda de acero para embalaje y equipo asociado

- 5 **[0001]** La invención se refiere a un procedimiento de fabricación continua de bandas de acero para embalaje revestidas con una capa de pasivación y equipos que permiten implementar este procedimiento.
- [0002]** La terminología "acero para embalaje" incluye todos los materiales a base de acero utilizados para el envasado de productos alimentarios, bebidas y productos no alimentarios industriales tales como aerosoles o pintura.
- 10 **[0003]** Los aceros de embalaje comprenden, entre otros, hojalata, que es acero con bajo contenido de carbono, generalmente inferior al 0,08 %, recubierto por una capa de estaño.
- [0004]** Una capa de pasivación se aplica después de la deposición del estaño y permite, particularmente, limitar el desarrollo de óxidos de estaño. La pasivación se puede realizar depositando una solución de pasivación acuosa tal como una solución de fosfatación, de cromado, o de compuestos solubles tales como oxalato de titanio, sulfato de titanio o sulfato de circonio. El tanque se aplica primero en forma de una película húmeda, en la que la solución está en forma acuosa, y después el producto revestido se seca para obtener una película seca. El secado se realiza generalmente por el paso de la banda revestida a través de un túnel equipado con boquillas que rocían aire caliente en la dirección de la banda. El espesor de la película húmeda depositada es generalmente inferior a 5 µm, para un espesor de capa de pasivación seca inferior a 10 nm. De hecho, la capa de pasivación es mecánicamente débil, y cuanto mayor es su espesor, mayor es el riesgo de fractura cohesiva. Esta fractura cohesiva da como resultado delaminaciones o pérdida de adherencia de los revestimientos orgánicos, tales como barnices o pinturas, que se pueden aplicar posteriormente.
- 15 20 25 **[0005]** La capa de pasivación se puede depositar por un procedimiento de "pulverización/inmersión/compresión", según el cual la superficie a revestir se pone en contacto con la solución acuosa de pasivación, por pulverización o por inmersión, y después la solución en exceso se elimina con la ayuda de un rodillo de escurrido. La desventaja de este procedimiento es que el espesor de la película húmeda depositada no depende de la cantidad de solución puesta en contacto con la banda sino de la velocidad de la línea de revestimiento. De hecho, la cantidad de solución eliminada con la ayuda de los rodillos de escurrido depende, particularmente, de la velocidad a la que la banda circula entre estos rodillos. Por consiguiente, con este procedimiento, es difícil obtener un espesor uniforme de la capa de pasivación, independientemente de la velocidad de la línea.
- 30 35 **[0006]** Otro procedimiento para la deposición de una capa de pasivación consiste en pulverizar la solución acuosa de pasivación sobre la banda en forma de un flujo uniforme de gotitas generadas por discos giratorios, y después en alisar la capa de pasivación con la ayuda de un rodillo de alisado. Este procedimiento tiene la ventaja de que el espesor de la película húmeda depositada se puede mantener constante incluso en el caso de una variación en la velocidad de la línea, ajustando el flujo de solución pulverizada por los discos giratorios. Sin embargo, el alisado homogéneo de la solución depende en gran medida del tiempo necesario para que las gotas formen una película líquida homogénea y de la fuerza de contacto entre el rodillo de alisado y la banda, que no es fácil de controlar debido al desgaste de los rodillos, variaciones en el aplanado de la banda y tolerancias en la geometría y alineamiento de los rodillos. Por lo tanto, se observan defectos de homogeneidad del espesor de la capa de pasivación que son inaceptables para aplicaciones de embalaje.
- 40 45 **[0007]** Para eliminar estos problemas de homogeneidad, es posible aumentar la cantidad de solución pulverizada por los discos giratorios, pero conduce a la obtención de un espesor medio de película húmeda más alto que induce problemas de secado. De hecho, es más importante la cantidad de agua a evaporar para conseguir el espesor seco requerido de la capa de pasivación y evitar la presencia de humedad residual en la banda. Por lo tanto, una posibilidad es aumentar el tiempo de paso de la banda a través de la instalación de secado al ralentizar la línea, lo que plantea problemas de productividad, particularmente para este tipo de líneas de fabricación que generalmente funcionan a una velocidad superior o igual a 400 m/min. Otra solución podría ser aumentar la longitud del dispositivo de secado, lo que plantea problemas de espacio de la línea. Otra posibilidad consiste en aumentar la temperatura del aire proyectado hacia la banda, aunque este aumento da como resultado un aumento en el consumo de energía y una degradación de la solución de pasivación.
- 50 55 **[0008]** Cada uno de los documentos US 2011017352 A, US2010224286, WO 2010137001 A2 y JP H05115832 A describe procedimientos para aplicar capas de pasivación cuyo espesor es inferior a 3 µm con soluciones de pasivación acuosas sobre bandas de acero en movimiento continuo a altas velocidades. También se describen equipos para la implementación de los procedimientos.
- 60 **[0009]** El propósito de la invención es proporcionar un procedimiento que no tenga los inconvenientes descritos anteriormente. Por lo tanto, el propósito de la invención es, particularmente, proporcionar un procedimiento que permita la deposición de una capa de pasivación de espesor constante, independientemente de la velocidad de la línea de fabricación.
- 65

[0010] A estos efectos, el objeto de la invención es un procedimiento de fabricación según la reivindicación 1.

[0011] Este procedimiento de fabricación también puede comprender las características en las reivindicaciones 5 2 a 8, consideradas individualmente o en combinación.

[0012] Un objeto adicional de la invención es un equipo para la implementación del procedimiento según la reivindicación 9.

10 **[0013]** Este equipo también puede comprender las características de las reivindicaciones 10 a 13, consideradas individualmente o en combinación.

[0014] Otras características y ventajas de la invención se harán evidentes tras la lectura de la siguiente descripción.

15 **[0015]** Para ilustrar la invención, se han realizado ensayos que se describirán a modo de ejemplos no limitativos, particularmente con referencia a las siguientes figuras:

La figura 1 muestra el equipo de fabricación de una banda de acero para embalaje según una realización de la invención.

20 La figura 2 muestra un dispositivo de revestimiento según una realización de la invención.

Las figuras 3A y 3B son fotografías, realizadas con la ayuda de un equipo SIMS, de películas de pasivación depositadas, respectivamente, por un procedimiento según la técnica anterior y según la invención.

25 La figura 4 es un gráfico doble, ilustrando la primera gráfica la velocidad de la línea de fabricación en función del tiempo, e ilustrando la segunda el espesor de la película de pasivación húmeda en función del mismo periodo de tiempo.

La figura 5 es una curva que representa el espesor de la película de pasivación húmeda depositada por un procedimiento de fabricación según la invención en diferentes puntos de la banda considerados en la dirección transversal.

30 **[0016]** La figura 1 muestra una banda de acero 1 que avanza a través de una instalación de revestimiento 2, a lo largo de la dirección D. La banda 1 pasa primero a través de un dispositivo de revestimiento 3 destinado a aplicar una película húmeda de solución acuosa de pasivación, y después a través de una unidad de secado 4 destinada a eliminar la humedad contenida en esta película húmeda. Un dispositivo 5 para medir el espesor de la película húmeda depositada está situado entre el dispositivo de revestimiento 3 y la unidad de secado 4, y está conectado a una unidad de control 6 del dispositivo de revestimiento 3.

40 **[0017]** En la realización de la figura 1, el dispositivo de revestimiento 3 es capaz de revestir simultáneamente las dos caras de la banda, pero en una realización alternativa, el dispositivo de revestimiento 3 puede estar constituido únicamente por la mitad superior 3A o por la mitad inferior 3B del dispositivo de manera que sólo reviste una sola cara de la banda.

45 **[0018]** Una realización de la parte superior 3A del dispositivo de revestimiento 3 se ilustra en la figura 2. La parte inferior 3B no se describe porque es simétrica con respecto a la banda 1 en la parte superior 3A.

[0019] Este dispositivo está constituido por un primer rodillo, que se denomina rodillo de transferencia 7. Este rodillo de transferencia 7 está en contacto por una parte con la banda 1 y, por otra parte, con un segundo rodillo, denominado rodillo de recubrimiento 8. El rodillo de recubrimiento 8 está en contacto con el rodillo de transferencia 7 y con un tanque 9 que contiene la solución de pasivación acuosa a depositar sobre la banda 1. En la realización de la figura 2, el tanque 9 está equipado con un dispositivo 10 adecuado para escurrir la solución sobre la superficie del rodillo de recubrimiento 8.

55 **[0020]** Durante el proceso de fabricación, el rodillo de recubrimiento 8 está en rotación y se sumerge en el tanque 9 que contiene la solución acuosa de pasivación. Esta solución acuosa tiene una viscosidad próxima a la del agua, e inferior a $1,5 \cdot 10^{-3}$ Pa.s a 20 °C. Por ejemplo, puede tratarse de una solución acuosa de silano, cromo trivalente o una solución acuosa de Bonderite®. La rotación del rodillo de recubrimiento 8 se puede realizar indistintamente en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido opuesto.

60 **[0021]** De acuerdo con la invención, el rodillo de recubrimiento 8 tiene una pluralidad de cavidades de forma hexagonal, cuya lineatura está entre 50 y 200 líneas por centímetro, y cuyo volumen está entre $5 \cdot 10^{-6}$ y $10 \cdot 10^{-6}$ m³ por metro cuadrado de superficie de rodillo, y preferiblemente entre $5 \cdot 10^{-6}$ y $7 \cdot 10^{-6}$ m³ por metro cuadrado de superficie de rodillo.

[0022] Estas características de grabado del rodillo de recubrimiento 8 permiten depositar la cantidad de solución de pasivación acuosa requerida para obtener el espesor requerido de película de pasivación húmeda

necesario e idéntico sobre toda la superficie de la banda.

[0023] Las cavidades del rodillo de recubrimiento 8 se llenan con una solución acuosa de pasivación. El dispositivo de escurrido 10 permite asegurar que el rodillo 8 está recubierto con la cantidad necesaria de solución a depositar para obtener el espesor de película húmeda requerido. Este dispositivo 10 puede estar constituido, por ejemplo, por dos cuchillas, estando la primera cuchilla situada a la entrada del rodillo 8 en el tanque 9 y permitiendo retirar la solución acuosa residual del paso anterior del rodillo 8 a través del tanque 9, y estando la segunda cuchilla situada a la salida del rodillo 8 por el tanque 9 y permitiendo escurrir el exceso de solución. La primera cuchilla puede ser de plástico, por ejemplo, y la segunda cuchilla puede estar hecha de acero inoxidable o fibra de carbono. El dispositivo 10 también puede estar constituido por una cuchilla única, por ejemplo, una cuchilla de acero inoxidable, situada a la salida del rodillo 8 por el tanque 9.

[0024] La superficie del rodillo de recubrimiento 8 puede ser de cerámica, por ejemplo, y las cavidades se pueden grabar con ayuda de un láser o de una herramienta mecánica, por ejemplo.

[0025] Después del paso a través del tanque 9, la superficie del rodillo de recubrimiento 8 recubierto con solución acuosa entra en contacto con el rodillo de transferencia 7, que está accionado en una dirección de rotación opuesta a la del rodillo de recubrimiento 8.

[0026] El rodillo de transferencia 7, o al menos su superficie, está hecho preferiblemente de un material que hace posible una transferencia óptima de la solución, es decir, una transferencia que minimice las pérdidas de solución debido, por ejemplo, a la absorción por el material del cual está hecha la superficie del rodillo o, por el contrario, por un deslizamiento excesivo de la solución sobre la superficie del rodillo. Este material también puede presentar una resistencia química a la corrosión, así como una resistencia mecánica al desgaste. El rodillo de transferencia 7 está hecho de elastómero, por ejemplo, y preferiblemente de polietileno clorosulfonado o Hypalon®.

[0027] La presión de contacto entre el rodillo de recubrimiento 8 y el rodillo de transferencia 7 debe ser suficiente para transferir la solución de pasivación acuosa del rodillo de recubrimiento 8 al rodillo de transferencia 7, aunque no debe ser tan grande que cause salpicaduras que puedan dar lugar a pérdidas de solución y, por lo tanto, una transferencia no óptima de la solución. Esta presión entre los dos rodillos 7, 8 se puede aplicar, por ejemplo, con ayuda de un cilindro (no mostrado) montado sobre el rodillo de recubrimiento 8. La fuerza total F_{RR} aplicada al rodillo 8 está entre 1500 y 3000 N por metro de ancho de la banda 1.

[0028] Después de este contacto, el rodillo de transferencia 7 se recubre con la solución acuosa de pasivación que se va a depositar sobre la banda 1.

[0029] La presión de contacto entre el rodillo de transferencia 7 y la banda 1 no debe ser demasiado grande, con el riesgo de retirar la película de solución de pasivación húmeda depositada, ni demasiado baja, con el riesgo de humedecer insuficientemente la banda con la solución. Además, se debe ejercer una presión mínima por el rodillo sobre la banda para compensar los posibles defectos de aplanado en esta última. Esta presión entre el rodillo de transferencia 7 y la banda 1 se puede aplicar, por ejemplo, con ayuda de al menos un cilindro (no mostrado) montado sobre el rodillo de transferencia 7. La fuerza total F_{TB} aplicada al rodillo 7 está preferentemente entre 3000 y 5000 N por metro de ancho de la banda 1.

[0030] La velocidad de rotación del rodillo de transferencia 7 y del rodillo de recubrimiento 8 se puede sincronizar con la velocidad de desplazamiento de la banda 1.

[0031] En una realización de la invención, el espesor de la película húmeda de la capa de pasivación depositada se mide con ayuda del dispositivo de medición de espesor 5. Si el espesor medido es inferior a un espesor objetivo, la concentración de la solución acuosa en el tanque 9 se aumenta en consecuencia, o viceversa.

[0032] Además, o en una realización adicional de la invención, la velocidad de rotación del rodillo de recubrimiento 8 puede ser controlada por la unidad de control 6 ilustrada en la figura 1. Esta unidad de control 6 está conectada al dispositivo 5 que mide el espesor de la película húmeda de recubrimiento de pasivación. Si el espesor es inferior al espesor objetivo, la velocidad del rodillo de recubrimiento 8 se aumenta, y viceversa.

[0033] El espesor se puede medir, por ejemplo, con la ayuda de un calibrador de radiación electromagnética. Estos calibradores se instalan preferentemente tan cerca como sea posible del dispositivo de revestimiento 3, porque la evaporación de la humedad de la película es muy rápida, lo que puede causar una variación significativa en las mediciones.

[0034] El espesor de la película de pasivación húmeda depositada es generalmente inferior a 3 μm , preferentemente inferior a 1,5 μm .

[0035] Después de la etapa de deposición de la capa de pasivación acuosa, la banda se somete a una etapa

de secado. Esta etapa de secado se realiza con la ayuda de un dispositivo de secado 4. Este dispositivo 4, por ejemplo, es un túnel de secado equipado con boquillas que rocían aire en la dirección de la banda revestida, a una temperatura entre 80 y 190 °C. Preferentemente, el aire se pulveriza a una temperatura entre 80 y 150 °C y tiene una tasa de humedad inferior al 15 %. El control de la tasa de humedad del aire pulverizado hace posible reducir la temperatura del aire utilizado, lo que representa un ahorro en términos de la energía utilizada para calentar el aire, así como una ventaja en términos de reducción del riesgo de degradación de la capa de pasivación. Este control se realiza, por ejemplo, con la ayuda de boquillas de extracción situadas en múltiples lugares del túnel.

5
10 **[0036]** Después de esta fase de secado, el espesor de la película de pasivación seca es generalmente inferior a 15 nm, preferentemente inferior a 8 nm.

[0037] En otra realización, no mostrada, la banda se puede someter, antes de la etapa de secado, a una etapa de precalentamiento, a una temperatura inferior a 80 °C. Esta etapa de precalentamiento se realiza, por ejemplo, con la ayuda de un calentador de inducción o radiación infrarroja.

15 **[0038]** Las figuras 3A y 3B son fotografías realizadas con la ayuda de un espectrómetro de masas de ionización secundaria o SIMS.

[0039] Para ambas fotografías se trata de un depósito de solución acuosa de Bonderite®1456 hecho en hojalata. En ambos casos, la velocidad de la línea, la concentración de la solución acuosa de Bonderite® 1456 y el proceso de secado son idénticos. En el primer caso, la fotografía 3A, se ha depositado Bonderite® 1456 con la ayuda del procedimiento de discos giratorios de la técnica anterior, como se ha descrito anteriormente. En el segundo caso, la fotografía 3B, se ha depositado con la ayuda del procedimiento según la invención.

25 **[0040]** En estas dos fotografías, es significativo que, cuanto más oscuras son las áreas, mayor es la concentración de Bonderite® 1456 y, por lo tanto, el espesor de la capa de pasivación depositada. En la figura 3A se observan áreas oscuras características de un espesor de la capa de pasivación desigual sobre la superficie de la muestra, mientras que no se observan tales áreas en la figura 3B. Por lo tanto, el procedimiento según la invención permite obtener un espesor constante de la capa de pasivación, lo que no es el caso de la técnica anterior.

30 **[0041]** La figura 4 comprende dos gráficos. El primero muestra la velocidad de una línea de fabricación según la invención en función del tiempo. La segunda muestra el espesor de la película de pasivación húmeda depositada sobre esta línea de fabricación en función del tiempo.

35 **[0042]** La línea de fabricación usada para este ensayo incluye un dispositivo de revestimiento que permite depositar una solución acuosa de pasivación sobre la cara superior de la banda de acero. Este dispositivo de revestimiento está constituido por un rodillo de transferencia hecho de Hypalon®, un rodillo de recubrimiento, cuya superficie está hecha de cerámica e incluye una pluralidad de cavidades de forma hexagonal, una lineatura de aproximadamente a 160 líneas por centímetro, y cuyo volumen total es $7,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ por metro cuadrado de superficie del rodillo. Este rodillo de recubrimiento se sumerge en un tanque que contiene una solución acuosa de Bonderite® 1456 a una concentración de aproximadamente el 8% en volumen de una solución comercial Bonderite® 1456. El tanque está equipado con un dispositivo de escurrido que tiene una cuchilla de plástico en la entrada del tanque y una cuchilla de acero inoxidable en la salida.

45 **[0043]** Como se muestra en el primer gráfico, la velocidad de la línea varía de 180 a 500 m/min. En el segundo gráfico se observa que, a pesar de esta variación de velocidad, el espesor de la película de pasivación húmeda depositada permanece constante a $\pm 0,3 \text{ }\mu\text{m}$. Los picos observados corresponden a la etapa de soldadura de dos bandas sucesivas y no se tienen en cuenta.

50 **[0044]** Por lo tanto, el procedimiento de la invención permite obtener un espesor constante de la capa de pasivación, independientemente de la velocidad de la línea de fabricación.

[0045] La figura 5 es un gráfico que muestra el espesor de la película de pasivación húmeda en diferentes puntos de la banda, medida en diferentes posiciones en la dirección transversal de la banda. La película de pasivación es una película de Bonderite® 1456 depositada en las mismas condiciones que las descritas en la figura 4.

[0046] El espesor de la banda se expresa aquí en miligramos de titanio por metro cuadrado de superficie, ya que el espesor de Bonderite® 1456 está directamente relacionado con su contenido de titanio en peso.

60 **[0047]** En este gráfico se observa que el espesor de la película Bonderite® 1456 antes del secado varía entre 0,78 y 0,88 mg/m² de Ti de un lado de la banda a la otra. Por lo tanto, el procedimiento de la invención permite obtener un espesor constante de la capa de pasivación a $\pm 0,15 \text{ mg/m}^2$ de Ti.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción continua de bandas de acero de embalaje revestidas con una capa de pasivación, en el que se deposita sobre una de las caras de dicha banda una capa de solución acuosa de pasivación
5 cuyo espesor es inferior a $3\ \mu\text{m}$ y cuya viscosidad se deposita en un lado de dicha banda es inferior a $1,5 \cdot 10^{-3}\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ a 20°C , efectuándose dicha deposición por medio de un rodillo de transferencia en contacto, por un lado, con la banda y, por otro lado, con un segundo rodillo de recubrimiento cuya superficie tiene una pluralidad de cavidades de forma hexagonal, cuya lineatura es entre 50 y 200 líneas por centímetro y cuyo volumen total es entre $5 \cdot 10^{-6}$ y $10 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^3$ por metro cuadrado de superficie del rodillo, alimentándose dicho rodillo de recubrimiento en una solución acuosa de
10 pasivación sumergiéndolo en un tanque dotado de medios de escurrido y desplazándose dicha banda a una velocidad superior o igual a $400\ \text{m}/\text{min}$, estando la fuerza total ejercida sobre el rodillo de recubrimiento para la puesta en contacto con el rodillo de transferencia comprendida entre $1500\ \text{N}$ y $3000\ \text{N}$ por metro de ancho de la banda de acero revestida.
- 15 2. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 1, en el que la fuerza total ejercida sobre el rodillo de transferencia para la puesta en contacto con la banda de acero está entre 3000 y $5000\ \text{N}$ por metro de ancho de banda de acero revestida.
3. Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rodillo
20 de recubrimiento está en contacto con medios de escurrido que permiten eliminar el exceso de una solución acuosa de pasivación a la salida del tanque.
4. Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, después de la deposición de la solución de pasivación acuosa, la banda revestida se somete a una etapa de secado.
25
5. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 4, en el que la etapa de secado se realiza soplando aire hacia la banda, teniendo el aire soplado una temperatura de entre 80 y $150\ ^\circ\text{C}$ y una tasa de humedad inferior al $15\ \%$.
- 30 6. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 4 o 5, en el que, antes de la etapa de secado, la banda se somete a una etapa de precalentamiento a una temperatura inferior a $80\ ^\circ\text{C}$.
7. Procedimiento de fabricación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la concentración de la solución acuosa en el elemento de pasivación se controla en función de una medición del
35 espesor de la película de pasivación antes del secado.
8. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 7, en el que el espesor de la película de pasivación depositada, después del secado, es inferior a $15\ \text{nm}$.
- 40 9. Equipo para la implementación de un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:
- un rodillo de transferencia (7),
 - un rodillo de recubrimiento (8) en contacto con el rodillo de transferencia (7), y con una pluralidad de cavidades con
45 forma hexagonal, cuya lineatura está entre 50 y 200 líneas por centímetro y cuyo volumen está entre $5 \cdot 10^{-6}$ y $10 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^3$ por metro cuadrado de superficie de rodillo;
 - un tanque (9) que contiene una solución acuosa de pasivación y en el que se moja el rodillo de recubrimiento (8).
- 50 10. Equipo según la reivindicación anterior, en el que el rodillo de transferencia (7) es elastomérico.
11. Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rodillo de recubrimiento (8) comprende un revestimiento cerámico grabado con láser.
12. Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tanque (9) comprende un
55 dispositivo de escurrido (10) que comprende al menos una cuchilla.
13. Equipo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además calibres de radiación magnética (5) que permiten medir el espesor de la película de solución acuosa de pasivación antes del secado.

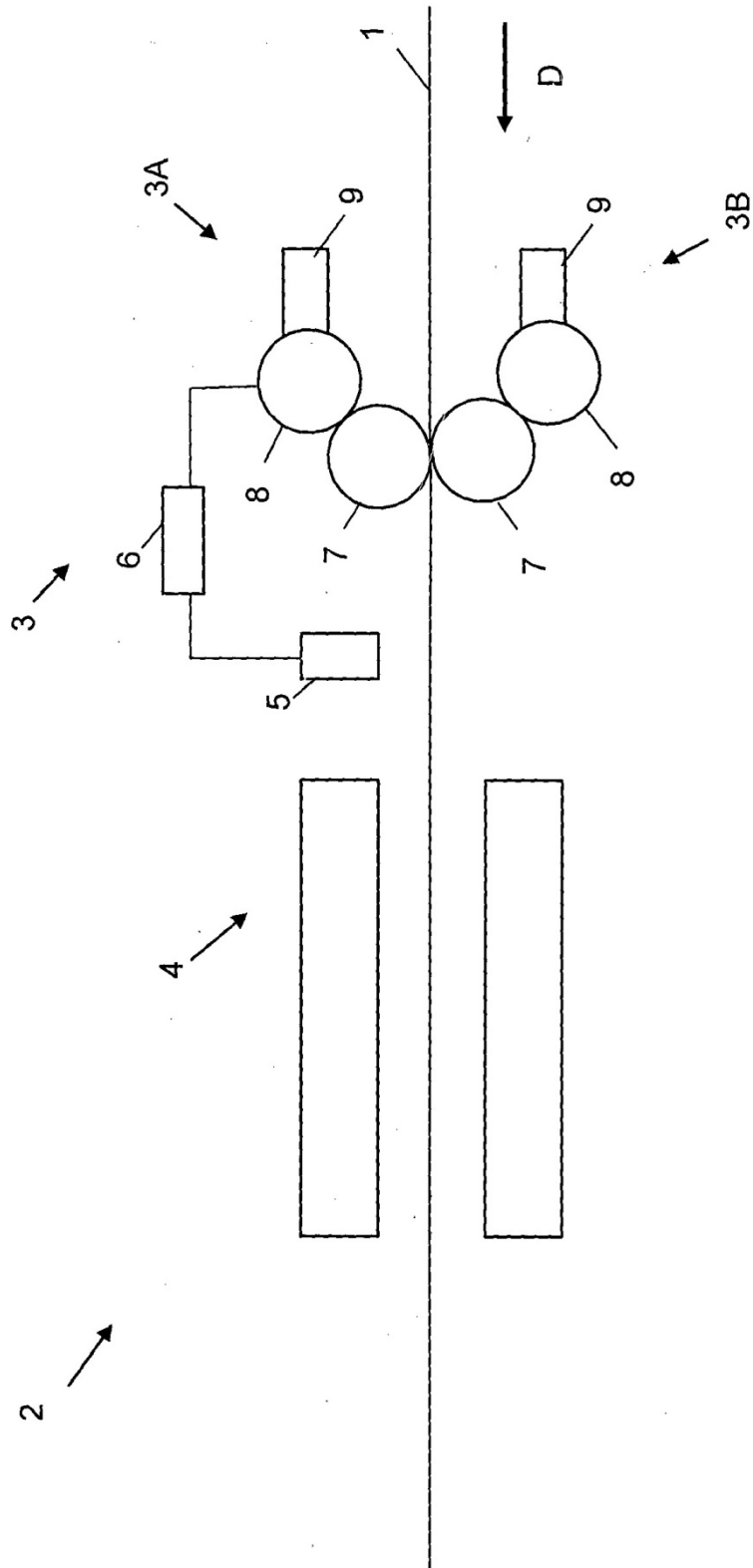


Figura 1

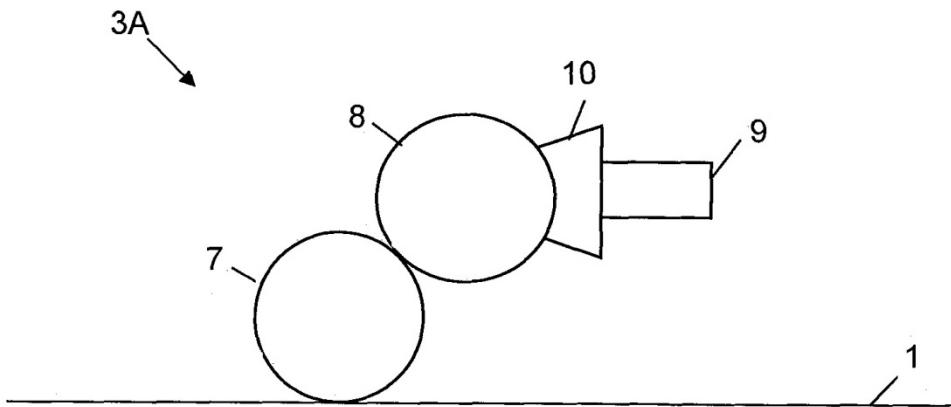


Figura 2



**Figura 3A -
Técnica anterior**

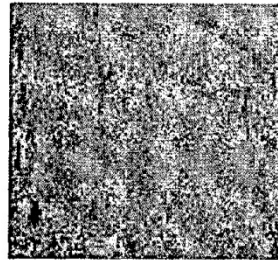


Figura 3B

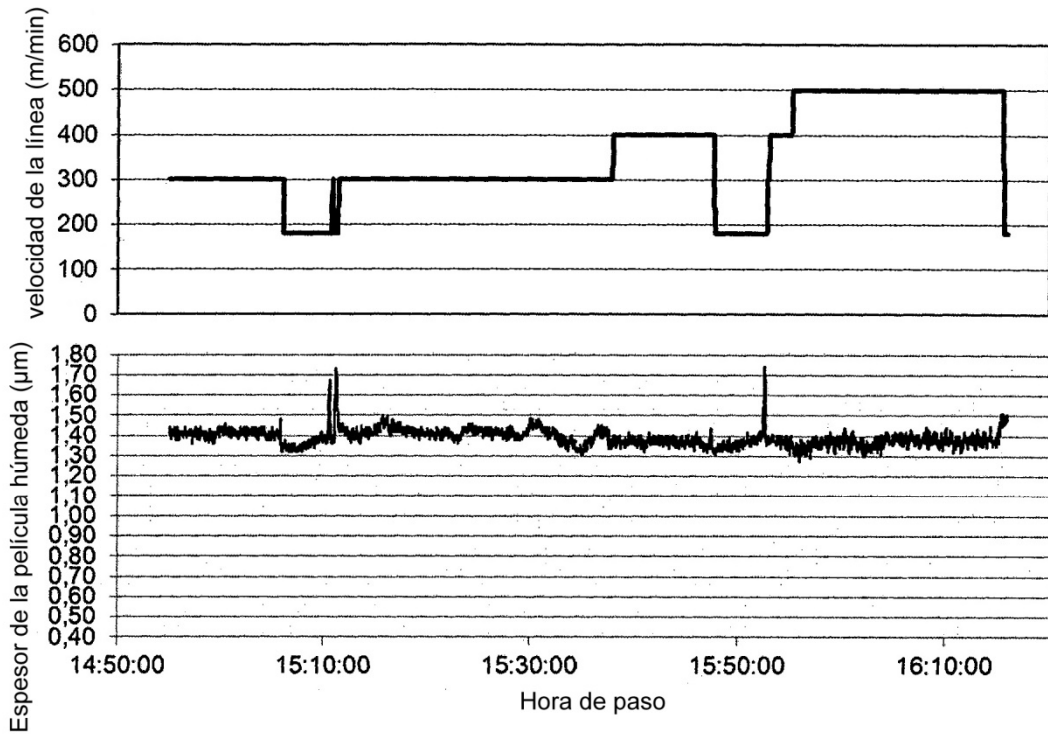


Figura 4

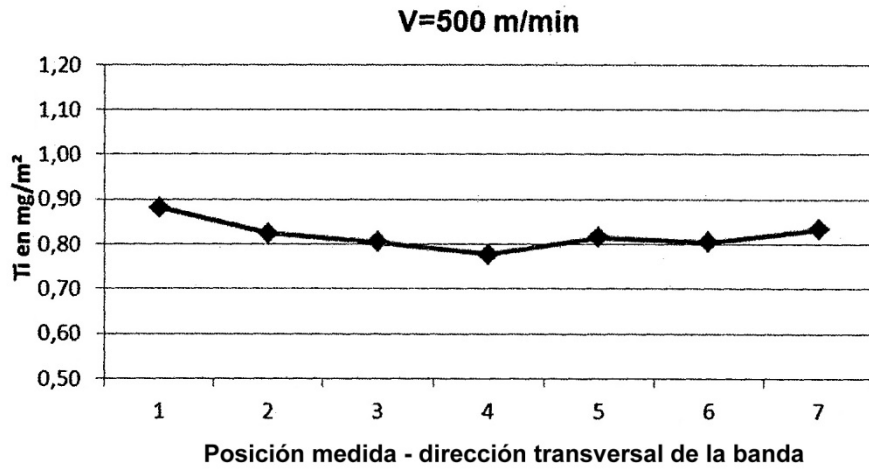


Figura 5