

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 888**

51 Int. Cl.:

**C23C 4/00** (2006.01)

**C23C 14/24** (2006.01)

**C23C 14/56** (2006.01)

**C23C 14/50** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2014 PCT/RU2014/000010**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2015 WO15108432**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2014 E 14878801 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 3095890**

54 Título: **Procedimiento para la aplicación de capas delgadas sobre sustratos y dispositivo de producción para ello**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.02.2019**

73 Titular/es:

**THE BATTERIES SPÓLKA Z OGRANICZONA  
ODPOWIEDZIALNOSCIA (100.0%)  
Pl. Kilinskiego 2  
35-005 Rzeszów, PL**

72 Inventor/es:

**KHISAMOV, AYRAT KHAMITOVICH**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 699 888 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 para la aplicación de capas delgadas sobre sustratos y dispositivo de producción para ello

5 El grupo de invenciones se refiere a la técnica de máquinas para el tratamiento de superficies en la producción a gran escala y en particular sobre técnica de máquinas de vacío, que está prevista para la aplicación de capas delgadas con propiedades ópticas, eléctricas y otras predeterminadas.

Por el estado de la técnica se conocen distintos procedimientos para la aplicación de capas delgadas sobre piezas de trabajo (soporte).

10 La patente US 4,851,095, publicada el 25/07/1989, describe un procedimiento para la pulverización por magnetrón de capas delgadas sobre sustratos que están dispuestos en un tambor giratorio. Los revestimientos se pulverizan sobre los sustratos con la ayuda de órganos de trabajo, que están dispuestos anularmente alrededor del tambor en una cámara de vacío.

El documento JP 2007 077478A da a conocer un sistema de revestimiento, que está configurado con tambores giratorios, que se desplazan por encima de un crisol y rotan alrededor de este. Mediante los aparatos portantes se pueden mover los tambores en una dirección predeterminada.

15 El dispositivo presenta una cámara de preparación, una cámara de formación de film, así como una cámara de salida.

El documento US 2005/0186346 A1 es un dispositivo de revestimiento en el que los objetos a revestir se hacen pasar por esclusa sobre una disposición de rodillos a través de distintas cámaras.

Del documento US 2003/0003767 A1 se desprende un dispositivo de revestimiento, que está configurado para recibir y sujetar un sustrato. En este caso el sustrato a revestir se pone en rotación, mientras que se recibe el revestimiento.

20 Las carencias de esta solución técnica son bajo rendimiento y costes propios de producto considerables, que están condicionados porque las etapas del proceso correspondientes se deben repetir para conseguir el número deseado de capas en una estructura.

25 El estado de la técnica más próximo respecto al procedimiento reivindicado según la totalidad de sus características esenciales es el procedimiento dado a conocer en la patente US 6,893,544 (publicada el 17/05/2005) para la aplicación de capas delgadas, según el cual los sustratos se fijan sobre un carro de transporte vertical plano, que se mueve en un dispositivo de proceso en línea (cátodos de pulverización por magnetrón, fuentes de plasma lineales, etc.).

30 Las carencias de este procedimiento son elevados costes propios y bajo rendimiento, especialmente en la producción de revestimientos complejos y de precisión, ya que en este caso se deben aplicar sistemas de control y ajustes refinados (es decir se trata de pérdidas de tiempo y material improductivas). Otra carencia es el elevado consumo de material. Está condicionado porque el campo de tratamiento del dispositivo de proceso es mayor que la zona de uniformidad. Por consiguiente el 30 al 50% del material objetivo no alcanza el sustrato, por ejemplo, durante la pulverización por magnetrón y falla. Además está limitada la selección de tecnologías aplicables y dispositivos de proceso, ya que solo se pueden usar aquellos dispositivos que garanticen una uniformidad aceptable. De este modo no se pueden aplicar muchas tecnologías prometedoras.

35 Por el estado de la técnica se conocen distintas instalaciones para la aplicación de capas delgadas sobre piezas de trabajo (sustratos).

40 En particular se aplican instalaciones de tambor no continuas para el tratamiento de pequeños sustratos en la producción a gran escala. Entre ellas figura por ejemplo la instalación conocida por la patente US 4,851,095 (publicada el 25/07/1989), que contiene un soporte de sustratos. En el caso del soporte de sustratos se trata de un cilindro sobre cuya generatriz del cilindro están distribuidos los sustratos. El revestimiento uniforme en una dirección se garantiza gracias al tambor giratorio y en la otra dirección gracias a los dispositivos de proceso lineales.

45 En la producción de pantallas, donde se tratan sustratos planos, se aplican instalaciones en línea. Aquí los sustratos se fijan en carros portadores, que circulan sobre todas las estaciones de proceso dispuestas sucesivamente. Como un ejemplo de tales instalaciones es válida la instalación automatizada para la producción de capas delgadas según el modelo de utilidad RU 78785 (publicado el 10/12/2018). No obstante, esta instalación, como también otras instalaciones en línea conocidas actualmente, es criticada por la baja seguridad de funcionamiento y elevados costes propios. La falta de seguridad de funcionamiento se debe atribuir a que la fijación fiable de los sustratos depende de la estabilidad de marcha del sistema de transporte. Los elevados costes propios están condicionados por la aplicación de sistemas de control y ajuste complicados, a fin de conseguir la uniformidad necesaria en el revestimiento.

50 El estado de la técnica más próximo respecto a la invención reivindicada según la totalidad de sus características es la línea de producción para la aplicación de capas delgadas según la patente US 6,893,544 (publicada el 17/05/2005). Esta línea de producción comprende los siguientes dispositivos que están dispuestos unos tras otros: una cámara de esclusa, una cámara de proceso con un dispositivo de proceso incorporado en ella, una cámara de tampón de salida y un soporte de sustratos plano que se puede desplazar a lo largo de las cámaras.

Las siguientes carencias son propias de este estado de la técnica:

- selección limitada de los tamaños constructivos de los sustratos a procesar. En particular no es posible mantener sustratos flexibles, por ejemplo vidrio delgado, ya que no se puede garantizar la fijación e integridad fiables de un vidrio delgado semejante durante el movimiento dentro de la línea de producción;
- 5 - elevados costes propios debido a los complicados sistemas de control y regulación usados, especialmente en el caso de revestimientos compuestos y de precisión, así como debido al considerable consumo de material, ya que el 30 al 50% del material pulverizado no alcanza el sustrato. Esto está condicionado porque el campo de tratamiento del dispositivo de proceso está configurado mayor que el campo de uniformidad, a fin de garantizar la uniformidad durante la pulverización;
- 10 - selección limitada de tecnologías y dispositivos de proceso aplicables, ya que la aplicación eventual se limita por los requerimientos de la uniformidad aceptable de la capa de aplicación.

Revelación del grupo de invenciones

15 El presente grupo de invenciones está indicado en las reivindicaciones 1 y 2. El objetivo a resolver mediante el presente grupo de invenciones es el desarrollo de una técnica de instalaciones normalizada, apta para alta rendimiento para el tratamiento de sustratos dentro de un amplio rango de tamaños constructivos.

El efecto técnico es la posibilidad de mecanizar tanto grandes sustratos flexibles, como también pequeños sustratos con un gran grado de uniformidad del revestimiento. A este respecto debe ser aplicable un mayor número de tecnologías y dispositivos de proceso presentes y conseguirse una eficiencia elevada de los materiales de aplicación usados.

20 El efecto técnico mencionado se consigue como sigue.

El procedimiento para la aplicación de capas delgadas sobre un sustrato comprende las etapas siguientes: el sustrato se dispone sobre un soporte de sustratos. Los soportes de sustratos con los sustratos se conducen a través de las cámaras de proceso en un orden determinado. El revestimiento se realiza en las cámaras de proceso con ayuda de dispositivos de proceso, que están incorporados en las cámaras de proceso. A este respecto, los soportes de sustratos están configurados en forma de tambores giratorios. Los tambores giratorios se mueven sobre los campos de tratamiento de los dispositivos de proceso en paralelo al eje de giro de los tambores giratorios y se giran con velocidades lineales y angulares constantes. A este respecto, la relación de velocidad lineal y angular se selecciona con la conducción de que cada punto de la superficie del tambor giratorio realice al menos dos vueltas completas durante el paso a través de los campos de tratamiento del dispositivo de proceso.

30 El efecto técnico mencionado también se consigue porque la línea de producción, para la aplicación de capas delgadas, contiene cámaras de esclusa, cámaras de tampón y al menos una cámara de proceso con un dispositivo de proceso, soportes de sustratos y un sistema de transporte. Los soportes de sustratos están instalados en carros, que están montados de modo que pueden circular a través de las cámaras en un orden determinado. A este respecto, cada soporte de sustratos está configurado en forma de un tambor giratorio, que está instalado sobre un carro correspondiente de forma coaxial con su dirección de movimiento. Los tambores giratorios están configurados de forma giratoria con una velocidad angular constante. Los carros están configurados de forma desplazable con una velocidad lineal constante, en donde se realizan al menos dos vueltas completas de cada punto de la superficie del tambor giratorio durante el paso a través de los campos de tratamiento del dispositivo de proceso.

40 Para conseguir el efecto técnico mencionado, la línea de producción puede contener cada vez una cámara de esclusa y cámara de tampón de entrada, así como cada vez una cámara de tampón y cámara de esclusa de salida. Además, el carro del soporte de sustratos se puede configurar en forma de una suspensión por encima del soporte de sustratos o en forma de un marco o en forma de un carro de transporte con guías lineales, en donde las guías lineales se sitúan por debajo del soporte de sustrato.

45 La línea de producción también se puede equipar según la invención al menos con un accionamiento giratorio para los soportes de sustrato. Los soportes de sustratos pueden estar dotados de acoplamientos por fricción y/o magnéticos separables y/o con un motor de baja tensión. A este respecto, cada soporte de sustratos se puede proveer de un motor. El sistema de transporte se puede proveer de rodillos y el carro de guías que cooperan con los rodillos.

50 A este respecto, según la invención se consigue la uniformidad de revestimiento requerida. El principio realizable subyacente se aclara a este respecto en el ejemplo de la descripción del movimiento del soporte de sustratos cilíndrico, que realiza un movimiento de elevación oscilante a través de los campos de tratamiento de un dispositivo de proceso. En el movimiento del cilindro, en cada uno de los puntos sobre la superficie del cilindro que configuran la generatriz del cilindro, se aplica un cierto espesor de capa  $f(x)$  por cada vuelta. A este respecto cada punto A observado se desplaza en cada vuelta en un paso de desplazamiento de cilindro  $d$  al punto A', y en la siguiente vuelta se aplica aquí un espesor de capa que se corresponde con el punto A'. El espesor total T aplicado en el punto A durante el paso a través de toda la zona de proceso se puede conseguir porque se suman los valores de una curva elaborada por los puntos con paso  $d$ . Esta suma es equivalente a la integración de la curva según el método de cuadratura de punto

medio con el paso  $d$ . Para otro punto B se consigue la misma suma, sin embargo, con otro juego de puntos. Es decir: para un punto cualquiera se establece un espesor total aplicado estimado por la ecuación  $T_0=S/d$ , en donde S es la superficie por debajo de la curva. La exactitud de esta estimación aumenta de forma cuadrática del paso con la

5 reducción de paso. La estimación del error relativo se describe mediante la expresión  $R \leq \frac{M_2}{24f_{av}} d^2$ , en donde  $f_{av}$  es el valor promedio de  $f(x)$ ,  $M_2$  el valor máximo de  $f''(x)$ . En el caso de esta estimación se trata de la estimación de la desigualdad del espesor de revestimiento en el caso de funcionamiento estable del dispositivo de proceso.

10 Si  $N$  dispositivos de proceso idénticos, distribuidos de forma uniforme alrededor de un soporte de sustrato, entonces es acertado el cálculo anterior, expuesto para un único dispositivo de proceso, que se puede repetir en tanto que los dispositivos de proceso se numeran de forma continua de 1 a  $N$ . A este respecto, la contribución correspondiente del  $k$  dispositivo de proceso para cada punto correspondiente se determinará por la suma de los valores en los puntos

desplazados respecto al primer dispositivo de proceso en  $d \times \frac{k-1}{N}$ . Si ahora se hacen coincidir todos los puntos sumados, entonces resulta que todos los valores se suman en los puntos con el paso  $d/N$ . Es decir, la aplicación de tal configuración de los dispositivos es equivalente a la disminución  $N$  veces del paso de integración y correspondientemente la mejora  $N^2$  veces de la uniformidad.

15 La uniformidad requerida se puede conseguir mediante las medidas siguientes:

- algunos dispositivos de proceso idénticos se pueden distribuir de forma simétrica alrededor de los soportes de sustrato.

20 - algunos dispositivos idénticos se pueden disponer a lo largo del recorrido del soporte de sustratos con un intervalo  $S = \left(m + \frac{1}{n}\right) * d$ , en donde  $m$  es un número entero,  $n$  el número de los dispositivos y  $d$  el desplazamiento lineal del soporte de sustratos dentro de una vuelta;

- una parte de la zona de pulverización se puede cubrir por una tapa controlable desde fuera.

25 Con vistas al principio de uniformidad también se debe resaltar que los soportes de sustratos se pueden conducir eventualmente con diferente velocidad a través de las cámaras de proceso y solo se mueven con una velocidad constante en el campo de tratamiento. La posibilidad de movimiento del soporte de sustratos dentro de una cámara de proceso con diferente velocidad y concretamente - velocidad uniforme y constante en el campo de tratamiento y otra velocidad fuera del campo de tratamiento pero dentro de esta cámara de proceso - posibilita optimizar en conjunto el modo constructivo principal (agrupación) de la línea de producción. Esto se consigue porque se pueden usar las respectivas cámaras de proceso necesarias para el procedimiento realizable. Esta solución técnica eleva por un lado la potencia de producción de la línea de producción.

30 Breve descripción de los dibujos

El grupo de invención se ilustra mediante los dibujos. Muestran:

Fig. 1 - curva de distribución de un espesor aplicable por vuelta para un dispositivo de proceso (los valores en el eje X están especificados a este respecto en mm respecto al centro del dispositivo);

Fig. 2 - vista en perspectiva del soporte de sustratos;

35 Fig. 3 - vista frontal del soporte de sustratos;

Fig. 4 - vista en perspectiva de los elementos del acoplamiento magnético;

Fig. 5 - vista frontal del acoplamiento magnético;

Fig. 6 - esquemas resumen de la línea de producción.

Realización del grupo de invenciones

40 El procedimiento reivindicado para la aplicación de capas delgadas sobre un sustrato se puede ilustrar en un ejemplo de la disposición de los dispositivos de proceso en una instalación para la aplicación del recubrimiento antirreflejante de cuatro capas sobre el vidrio. Los requerimientos de la uniformidad de las capas son  $\pm 1\%$  para la primera y la segunda capa y  $\pm 3\%$  para la tercera y la cuarta capa.

45 El soporte de sustratos tiene una longitud de 100 cm. La velocidad de movimiento de los soportes de sustratos dentro de la zona de proceso se establece por el ciclo de trabajo de la instalación y es de 1 m/min.

Para el proceso de revestimiento están previstas en conjunto cuatro zonas de proceso cada vez una zona de proceso por capa. Como dispositivos de proceso se usan magnetrones de media frecuencia con un objetivo de 800 mm de longitud. El número de dispositivos de proceso se establece mediante los requerimientos del rendimiento y los espesores de capa. Para aplicar la primera capa (óxido de silicio) se usa un dispositivo de proceso 01. Para la segunda

capa (óxido de titanio) se usan dos dispositivos de proceso 02, para la tercera capa (óxido de silicio) y la cuarta capa (óxido de titanio) respectivamente cada vez cuatro dispositivos de proceso 03 y 04.

5 Dado que para las dos primeras capas son válidos requerimientos más estrictos con vistas a la uniformidad, y para la primera capa se utilizan menos dispositivos de proceso, la velocidad de giro necesaria para la uniformidad dependerá de la primera capa.

El ejemplo de distribución de un espesor ajustable por vuelta mediante un dispositivo de proceso está representado como una curva (fig. 1), en donde los valores sobre el eje X están indicados en mm respecto al centro del dispositivo.

Según la imagen de la curva expuesta, la extensión de la longitud del campo de tratamiento es de 120 cm. La longitud de las zonas de borde, donde el espesor se disminuye hasta cero, es a este respecto de aprox. 10 cm.

10 En el caso de dos vueltas del soporte de sustratos, la desigualdad durante el paso del campo de sustrato será aprox.  $\pm 35\%$ : el espesor mínimo estará presente en un punto que cae sobre los bordes y sobre el centro del campo de tratamiento. El espesor máximo se observa en uno de los puntos que cae dos veces en el campo de tratamiento. Esta relación de espesor se sitúa en aprox. 1:2. Esto produce la desigualdad del  $\pm 33\%$ .

15 Para conseguir la uniformidad requerida, este valor se debe disminuir en la 35 vez. Esto produce el número estimable de vueltas  $2 * \sqrt{35} \approx 12$ .

Una estimación más exacta mediante la curva muestra que la desigualdad en el caso de tal número de vueltas es de  $\pm 0,8\%$ .

20 En consecuencia la velocidad de giro del soporte de sustratos se debe ajustar de modo que el desplazamiento lineal del soporte de sustratos por vuelta sea como máx.  $120/12 \approx 10$  cm. En el caso de la velocidad de movimiento progresiva de 1 m/min se selecciona la velocidad de giro de 10 rpm.

Para las capas restantes se conseguirá una uniformidad mejor, ya que el uso de dos o más dispositivos de proceso idénticos es equivalente al aumento proporcional de la velocidad de giro, es decir, la mejora de la uniformidad.

25 El funcionamiento de la línea de producción reivindicada se puede observar en el ejemplo de una disposición lineal con paso por esclusa de dos etapas. La disposición comprende un soporte de sustratos, un cierre de vacío, una cámara de esclusa de entrada de bajo vacío, una cámara de esclusa de entrada de alto vacío, una cámara de tampón de entrada, una cámara de proceso, una cámara de tampón de entrada, una cámara de proceso, una cámara de tampón de salida, una cámara de esclusa de salida de alto vacío, una cámara de esclusa de salida de bajo vacío, un sistema de transporte con rodillos de accionamiento, bombas de alto vacío y dispositivos de proceso.

30 En el caso del soporte de sustratos se trata de un tambor giratorio (1) que está montado sobre un carro (2). Los sustratos, por ejemplo vidrios, se fijan en las placas (3) según un procedimiento correspondiente, que asegura su fijación fiable durante el giro del tambor giratorio.

El carro está provisto con guías (10) que se sitúan por debajo del tambor giratorio y están instaladas sobre los apoyos (11) de un material dieléctrico.

En aquellos casos se puede configurar el carro (2) según el proceso de producción aplicable como sigue:

- 35
- en forma de un carro cuando las guías lineales se sitúan por debajo del tambor giratorio;
  - en forma de una suspensión cuando las guías lineales se sitúan por encima del tambor giratorio;
  - en forma de un marco cuando las guías lineales están dispuestas en distintos lados del tambor giratorio
  - o de otra manera que garantice la posibilidad del movimiento lineal del cilindro giratorio.

40 En los muñones de árbol del tambor giratorio están dispuestos los elementos (4) y (5) de un acoplamiento magnético separable. El modo constructivo del acoplamiento se conoce en general. En el caso del primer elemento (4) del acoplamiento separable se trata de un cilindro hueco de un material magnético blando, en cuya superficie están fijados los imanes (6). Los imanes están instalados con polaridad alternante, en donde las direcciones de magnetización están indicadas en el dibujo. La contrapieza (5) del acoplamiento magnético es un cilindro de magnético magnética blando con imanes (7) fijados en su superficie, cuyo número coincide con el número de los imanes del primer elemento.

45 Los imanes están instalados con polaridad alternante, cuyas direcciones de magnetización están indicadas sobre el dibujo. Entre los imanes del primer y del segundo elemento hay una distancia de aprox. 5 mm. De este modo se evita el contacto durante el giro del acoplamiento en el caso de un ensamblaje impreciso de los soportes de sustratos.

50 Para conservar el giro del tambor giratorio se aplica un accionamiento eléctrico directo. El rotor del accionamiento eléctrico (8) está formado por un núcleo anular con imanes instalados en él. El estator del accionamiento eléctrico (9) con una unidad de control está instalado sobre un marco de un carro. El accionamiento eléctrico se alimenta con

corriente continua a través de las guías lineales del carro (10). Para ello las guías lineales están fijadas en el carro sobre apoyos aislantes (11). Las guías lineales se alimentan mediante los rodillos del sistema de transporte.

5 La línea de producción se compone de una cámara de esclusa de entrada de bajo vacío (14), una cámara de esclusa de entrada de alto vacío (15), una cámara de tampón de entrada (16), cámaras de proceso (17) con dispositivos de proceso incorporados en ellas, una cámara de tampón de salida (18), una cámara de esclusa de salida de alto vacío (19) y una cámara de esclusa de salida de bajo vacío (20).

10 Los dispositivos de proceso se instalan a lo largo del recorrido de movimiento de los soportes de sustratos. El campo de tratamiento se define como una región a lo largo del recorrido de los soportes de sustrato. En esta región se sitúa el dispositivo de proceso. Dentro de esta región la fracción principal (por encima del 90%) de la sustancia aplicable mediante este dispositivo de proceso alcanza el soporte de sustratos. A este respecto, algunos dispositivos de proceso, que están previstos para la aplicación de la misma sustancia y forman campos de tratamiento que se superponen totalmente o parcialmente, se consideran como un dispositivo de proceso. Eventualmente algunos dispositivos de proceso usados durante el revestimiento se pueden disponer alrededor de los soportes de sustratos.

15 El soporte de sustratos (22) con sustratos fijados sobre él llega a la cámara de esclusa de entrada (14). Se cierra la puerta (21) de la cámara de esclusa. Luego el soporte de sustratos retrocede y su acoplamiento separable (4) engrana en una contrapieza (23) del acoplamiento, la cual está fijada en un árbol de una realización giratoria de vacío, que se acciona por un motor eléctrico (24), que está montado en la puerta de la cámara de esclusa (25).

El motor eléctrico acelera el tambor giratorio del soporte de sustratos a la velocidad de giro de consigna. Simultáneamente se realiza la evacuación de la cámara de esclusa hasta una presión entre 10 y 20 Pa.

20 Después de la evacuación y la aceleración del tambor giratorio se abre un cierre de vacío de transporte (25). Un soporte del carro conduce a la cámara de esclusa de entrada de alto vacío (15). El cierre de vacío (25) se cierra. La cámara de esclusa de alto vacío está provista de bombas turbomoleculares (26) y se evacúa hasta una presión de <0,01 Pa.

25 Después de la evacuación de la cámara de esclusa de alto vacío se abre un cierre de vacío de transporte (27). El soporte de sustratos circula a la cámara de tampón de entrada (16). El cierre de vacío (27) se cierra. El soporte de sustratos se desacelera en la cámara de tampón hasta la velocidad de proceso y se ensambla con el soporte de sustratos que ha entrado en la línea de producción en el ciclo precedente. Los acoplamientos magnéticos de los soportes de sustratos engranan y el giro del soporte de sustratos ingresado se sincroniza con el giro de los soportes de sustratos (28) que van a través de la cámara de proceso. En la cámara de proceso, los rodillos del sistema de proceso se alimentan con corriente, de modo que los motores de baja tensión de los soportes de sustratos favorecen el giro de sus tambores giratorios.

30 El sustrato se recubre durante el paso a través de las cámaras de proceso (17). Durante el proceso de tratamiento del sustrato (durante el paso de los campos de tratamiento) el tambor giratorio gira y simultáneamente circula a lo largo de su eje. Los soportes de sustratos se mueven a través de los campos de tratamiento a una distancia mínima entre sí.

35 Teniendo en cuenta que la uniformidad se establece principalmente mediante un paso de desplazamiento por vuelta, se ajusta la relación entre la velocidad de desplazamiento lineal y la velocidad de giro del soporte de sustrato, de modo que cada punto sobre la superficie del soporte de sustratos realiza al menos dos vueltas completas durante el paso a través de los campos de tratamiento. Por consiguiente es suficientemente pequeño el paso de desplazamiento del cilindro dentro de una vuelta y permite garantizar una uniformidad elevada de los revestimientos aplicados de forma independiente de los tipos constructivos usados de los dispositivos de proceso, inclusive de los dispositivos lineales y puntuales.

El objetivo del aseguramiento de la velocidad de giro requerida del soporte de sustratos se puede realizar durante el tratamiento con movimiento lineal simultáneo con ayuda de uno de los procedimientos siguientes:

- 45
1. El soporte de sustratos se acelera por un accionamiento externo en una de las cámaras de entrada a la velocidad requerida con carro inmóvil y luego prosigue su giro en marcha por inercia.
  2. Cada carro se equipa de un motor de baja tensión. El motor de baja tensión se alimenta a través de los rodillos del sistema de transporte o a través de rodillos de contacto individuales y guías lineales del carro, que están aislados de la carcasa del carro.
  - 50 3. El soporte de sustratos se acelera a la velocidad requerida mediante un accionamiento externo en una de las cámaras de entrada con el carro inmóvil. A este respecto, el carro se provee de un motor de baja tensión, que solo se usa para proseguir el giro, y puede tener una potencia muy pequeña.

55 Para garantizar la misma velocidad de giro de todos los soportes de sustratos en el campo de tratamiento, estos se pueden proveer de acoplamientos magnéticos o de fricción separables. Se ocupan de la transmisión del giro entre soportes de sustratos vecinos durante su movimiento a una distancia mínima.

Para aplicar revestimientos de aisladores metálicos y revestimientos compuestos de aisladores metálicos se puede usar junto a los procedimientos tradicionales para las instalaciones de paso continuo uno de los procedimientos siguientes: múltiple aplicación de capas metálicas delgadas o múltiple aplicación de capas delgadas suboxidadas con oxidación subsiguiente.

- 5 Bajo oxidación se considera en este caso una reacción cualquiera que provoca la formación de un compuesto químico, por ejemplo, con oxígeno, nitrógeno, selenio, etc.

Para ello se prevé una zona de proceso especial, en la que se disponen los dispositivos de proceso alrededor del soporte de sustratos, a fin de aplicar uno o varios metales, así como un dispositivo de proceso para la oxidación, que es una fuente del gas de reacción activado (por ejemplo, una fuente de plasma).

- 10 En la zona de proceso se incorporan los medios para la evacuación de alto vacío, que garantizan la separación de gases entre el dispositivo de proceso para la oxidación y dispositivos de proceso para la pulverización de metales. De este modo se garantiza un funcionamiento estable y de alto rendimiento de los dispositivos de proceso para la pulverización de metales.

- 15 Durante el paso a través de esta zona de proceso, cada punto de la superficie a mecanizar discurre varias veces según el orden por delante de los dispositivos de proceso para la pulverización de metales, donde se aplica una capa de material super-delgada, y por delante de dispositivo de proceso para la oxidación donde esta capa se oxida completamente. Después del paso a través de la zona de proceso, la superficie a mecanizar recibe una capa de aisladores metálicos o capa compuesta de aisladores metálicos uniforme con una composición predeterminada.

- 20 Los dispositivos de proceso pueden aplicar uno o distintos materiales. En el último caso se pueden ajustar diferentes velocidades de revestimiento según la composición requerida de la capa cobertora.

Después del paso a través de las cámaras de proceso (17) el soporte de sustratos llega a la cámara de tampón de salida (18).

- 25 Un cierre de vacío de transporte (29) se abre. El soporte de sustratos se acelera en tanto que se separa del siguiente soporte de sustratos, y continua a una cámara de esclusa de salida de alto vacío (19). Luego se cierra el cierre de vacío (29). Un cierre de vacío de transporte (30) se abre y el soporte de sustratos circula a una cámara de esclusa de salida de bajo vacío (20), donde el elemento delantero del acoplamiento magnético del soporte de sustratos se ensambla con una contrapieza (31) del acoplamiento magnético, que está montada en la puerta. La contrapieza (31) del acoplamiento magnético está fijada en un árbol, cuyo giro se dificulta debido a la fricción.

- 30 El cierre de vacío (30) se cierra. La cámara se llena con aire de secado. La presión aumenta hasta la presión normal. En este instante el tambor giratorio del soporte de sustratos para debido al frenado del acoplamiento (31).

Después de la compensación de presión en la cámara de esclusa de salida (20) con la presión normal se abre la puerta (32) de la cámara y el soporte de sustratos sale de la línea de producción.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la aplicación de capas delgadas sobre sustratos, según el cual

- los sustratos se disponen sobre soportes de sustratos (22), que están instalados respectivamente en un carro (2) y están montados de modo que circulan a través de las cámaras de proceso (17) en un orden determinado, y

5 - los soportes de sustratos (22) se conducen a través de las cámaras de proceso (17) según el orden, en donde se realiza el revestimiento en las cámaras de proceso (17) con ayuda de dispositivos de proceso incorporados en ellas, y

- en donde los soportes de sustratos están configurados en forma de tambores giratorios,

10 - en donde los tambores giratorios se conducen a este respecto a través de campos de tratamiento de los dispositivos de proceso en paralelo al eje de giro de los tambores de giro y durante el paso a través de las cámaras de proceso (17) se giran con velocidades lineales y angulares constantes,

caracterizado por que

15 - los soportes de sustratos (22) se aceleran respectivamente mediante un accionamiento externo (24) en al menos una cámara de esclusa (13, 14) a la velocidad angular requerida con el carro inmóvil (2) y prosiguen su giro en marcha por inercia,

- porque cada carro (2) está equipado de un motor de baja tensión para el giro del soporte de sustrato, que se alimentan a través de los rodillos de un sistema de transporte o a través de los rodillos de contacto individuales y guías lineales del carro (2), que están aislados de una carcasa del carro, y

20 - porque la relación de velocidad lineal y angular se selecciona debido a una condición de que cada punto de la superficie de tambor giratorio

- realiza al menos dos vueltas completas durante el paso a través de los campos de tratamiento del dispositivo de proceso (17).

2. Línea de producción para la aplicación de capas delgadas con

- cámaras de esclusa (13, 14),

25 - cámaras de tampón (16, 18) y

- al menos una cámara de proceso (17), inclusive un dispositivo de proceso, soportes de sustratos (22), que están dispuestos y montados en el carro (2), de modo que pueden circular a través de las cámaras (17) en un orden determinado,

- así como un sistema de transporte,

30 - en donde cada soporte de sustratos (22) está configurado en forma de un tambor giratorio, que está instalado sobre un carro (2) de forma coaxial con su dirección de movimiento,

- en el que los carros están formados de forma desplazable con una velocidad lineal constante,

- en donde los tambores giratorios están configurados de forma giratoria con una velocidad angular constante durante el paso a través de las cámaras de proceso (17),

35 caracterizada por que

- está previsto un accionamiento externo (24) en al menos una cámara de esclusa (13, 14), mediante el que los soportes de sustratos (22) se pueden acelerar respectivamente a la velocidad angular requerida con carros inmóviles (2), en donde el giro de los soportes de sustratos (22) se puede proseguir en marcha por inercia,

40 - porque cada carro (2) está equipado con un motor de baja tensión para el giro del soporte de sustratos, que se alimentan a través de los rodillos de un sistema de transporte o a través de los rodillos de contacto individuales y guías lineales del carro, que están aislados de una carcasa del carro (2),

- porque durante el paso a través de los campos de tratamiento del dispositivo de proceso se realizan al menos dos vueltas completas de cada punto de la superficie del tambor giratorio.

3. Línea de producción según la reivindicación 2,

45 caracterizada por que

contiene una cámara de exclusiva de entrada (14) y una cámara de tampón de entrada (16), así como una cámara de tampón de salida (18) y una cámara de exclusiva de salida (20).

4. Línea de producción según la reivindicación 2,  
caracterizada por que
- 5 el carro (2) del soporte de sustratos (22) está configurado en forma de una suspensión por encima del soporte de sustratos.
5. Línea de producción según la reivindicación 2,  
caracterizada por que  
el carro (2) del soporte de sustratos (22) está configurado en forma de un marco.
- 10 6. Línea de producción según la reivindicación 2,  
caracterizada por que  
el carro (2) del soporte de sustratos (22) está configurado en forma de un carro de transporte con guías lineales, en donde las guías lineales están dispuestas por debajo del soporte de sustrato.
7. Línea de producción según la reivindicación 2,  
15 caracterizada por que  
está provista de al menos un accionamiento giratorio de los soportes de sustratos (22).
8. Línea de producción según la reivindicación 7,  
caracterizada por que  
los soportes de sustratos (22) están equipados de acoplamientos por fricción y/o magnéticos.
- 20 9. Línea de producción según la reivindicación 2,  
caracterizada por que  
el sistema de transporte se provee de rodillos y el carro de guías que cooperan con los rodillos.

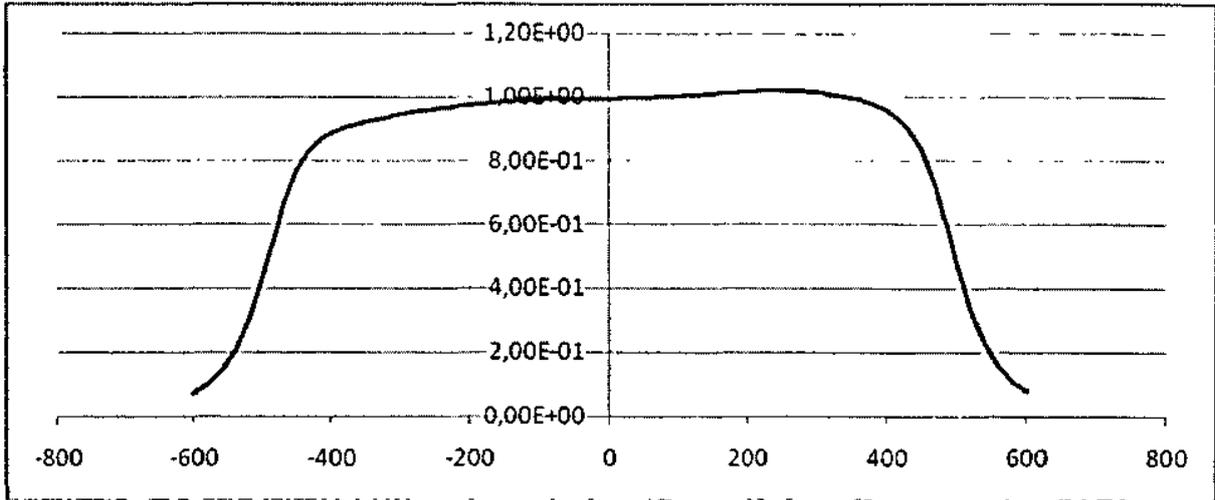


Fig. 1

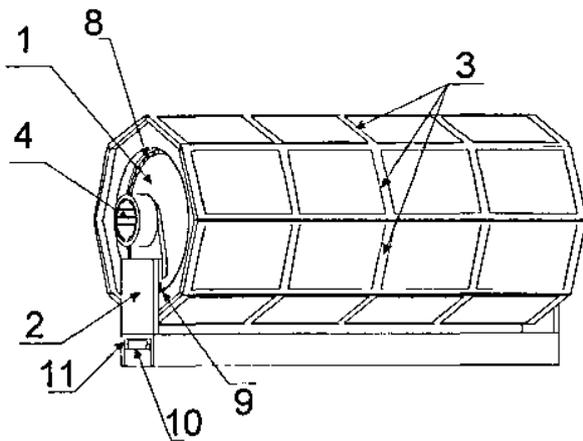


Fig. 2

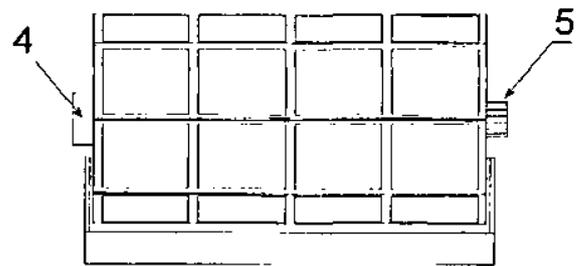


Fig. 3

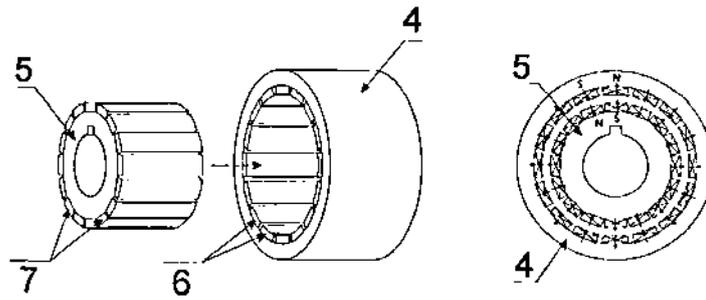


Fig. 4

Fig. 5

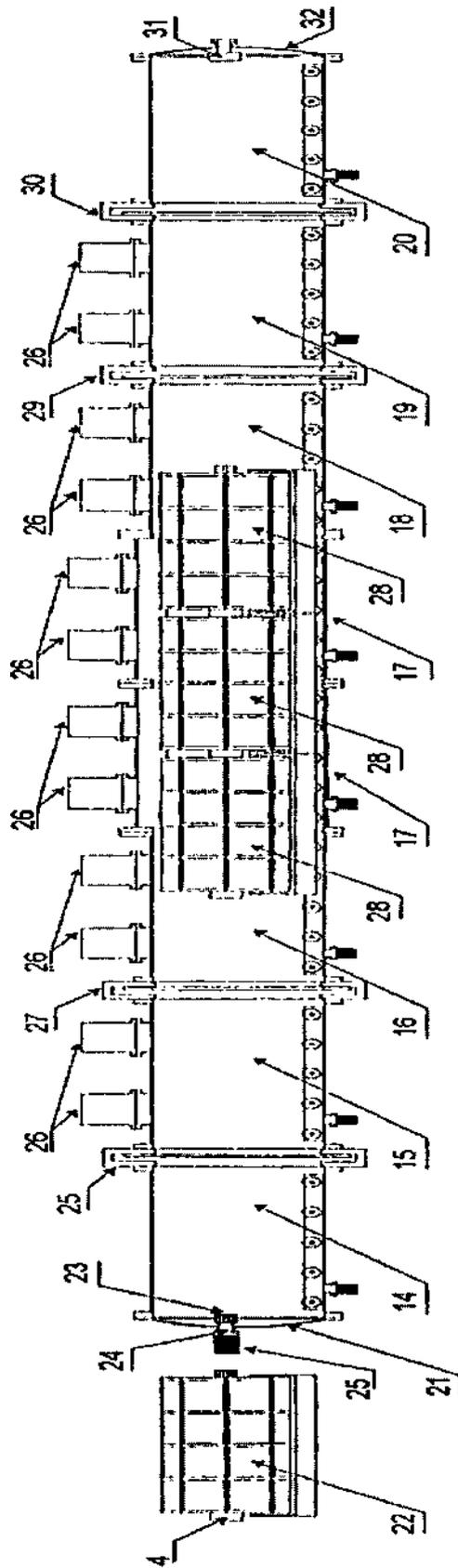


Fig. 6