

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 218**

51 Int. Cl.:

**B05B 16/00** (2008.01)

**B05B 7/24** (2006.01)

**B05B 5/03** (2006.01)

**B05B 5/00** (2006.01)

**B05B 5/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.02.2013 PCT/IT2013/000040**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2014 WO14057508**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2013 E 13715453 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2906353**

54 Título: **Procedimiento y aparato para pintura electrostática**

30 Prioridad:

**10.10.2012 IT FI20120205**

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

**17.07.2020**

73 Titular/es:

**EUROSIDER S.A.S. DI MILLI OTTAVIO & C.  
(100.0%)  
Piazzale Thailandia, 6  
58100 Grosseto (GR), IT**

72 Inventor/es:

**MILLI, OTTAVIO**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

ES 2 774 218 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 y aparato para pintura electrostática

5 Sector de la invención

**[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato para sistemas para recubrimiento de polvo electrostático que aprovechan el uso de un fluido portador constituido por aire desprovisto de sustancias no deseadas, junto con ionización y acondicionamiento por calor de dicho fluido portador.

10

**[0002]** En mayor detalle, la invención se refiere a un procedimiento y un aparato para recubrimiento que usa como fluido portador de pintura una mezcla rica en nitrógeno/oxígeno/argón obtenida continuamente a partir de aire comprimido durante el recubrimiento.

15 Estado de la técnica anterior

**[0003]** Como se sabe, el estado actual de la técnica en cuanto a sistemas de recubrimiento de polvo concibe un sistema de pulverización electrostática con efecto corona, donde se posiciona en la parte terminal de las pistolas una o más agujas que producen una carga para que el polvo sea atraído sobre los productos a recubrir, o con el sistema conocido como "tribo", con el cual se carga el polvo mediante frotamiento en un tubo proporcionado para dicho propósito.

20

**[0004]** En cualquier caso, las etapas de recubrimiento operativo prevén el arrastre del polvo, el movimiento del lecho fluido, la atomización/nebulización del polvo, y el envío del polvo cargado electrostáticamente sobre el sustrato a recubrir.

25

**[0005]** También se sabe que la recuperación peristáltica del polvo dispersado se obtiene comúnmente con aire comprimido producido por un compresor normal.

**[0006]** Una de las desventajas conocidas se representa por el hecho de que el aire comprimido utilizado arrastra junto con él elementos que son perjudiciales para una penetración y distribución perfectas, y para el flujo del polvo sobre los sustratos a recubrir, tales como, por ejemplo, humedad, partículas de hidrocarburos debido a la compresión del aire, y partículas en suspensión presentes en el aire atmosférico.

30

**[0007]** Incluso a pesar de que la operación se realiza en cabinas de pulverización diseñadas para ese propósito o en ambientes protegidos, los sustratos a recubrir sufren el efecto de la humedad relativa del medio ambiente. Este problema se aprecia mucho más en la medida en que da lugar a microburbujas que se forman entre el sustrato y la película de recubrimiento, y con el tiempo pueden aparecer grietas en la propia película con los consiguientes problemas de calidad y desprendimiento de la película.

35

**[0008]** A este respecto, debe recordarse que, según las tablas de referencia de la Atmósfera Estándar Internacional de EE.UU., el aire ambiental se compone de la siguiente manera:

40

<b>Tabla A: Especificación del aire ambiental (Atmósfera Estándar Internacional de EE.UU.)</b>			
<b>Sustancia</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	78.080	% en vol.
Oxígeno	O <sub>2</sub>	20.944	% en vol.
Argón	Ar	0,934	% en vol.
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	350/360	ppmV
Neón	Ne	16,1	ppmV
Helio	He	4,6	ppmV
Kriptón	Kr	1,08	ppmV
Xenón	Xe	0,08	ppmV
Metano	CH <sub>4</sub>	2,2	ppmV
Hidrógeno	H <sub>2</sub>	0,5	ppmV
Protóxido de nitrógeno	N <sub>2</sub> O	0,3	ppmV

(continuación)

<b>Tabla A: Especificación del aire ambiental (Atmósfera Estándar Internacional de EE.UU.)</b>			
<b>Sustancia</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Monóxido de carbono	CO	0,2	ppmV
Ozono	O <sub>3</sub>	0,04	ppmV
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	4	ppbV
Dióxido de azufre	SO <sub>x</sub>	1,7	ppbV
Oxido de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	1,5	ppbV
Sulfuro de hidrógeno	H <sub>2</sub> S	0,05	ppbV
Productos orgánicos total (distintos de metano)		<10	ppmV
Otros gases de ácido (HCl, etc.)		<0,1	ppmV
Polvo		5	mg/Nm <sup>3</sup>
Agua	H <sub>2</sub> O	<65	g/Nm <sup>3</sup>

**[0009]** A partir de estas premisas se deducen los problemas típicos convencionales del recubrimiento de polvo, que usa el aire sin ningún tratamiento como fluido portador en las etapas de manejo del lecho fluido en polvo, arrastre, nebulización y recuperación peristáltica.

**[0010]** La contaminación por humedad, la contaminación vesicular del residuo de hidrocarburo, al igual que las sustancias orgánicas oleosas, producen además, como consecuencia, la formación de agregados y acumulaciones de polvo, dificultad de arrastre del mismo en los conductos de distribución, y ausencia de homogeneidad de la nebulización y de dispersión perfecta del polvo y la falta de uniformidad en los espesores con la consiguiente dificultad de flujo del recubrimiento.

**[0011]** Además, es típica del recubrimiento de polvo electrostático la formación, en las esquinas o en los extremos de las perforaciones presentes en el producto a recubrir, del efecto de jaula de Faraday, que no permite la uniformidad ni una distribución, penetración y flujo del polvo perfectos, y en algunos casos produce la ausencia del producto de recubrimiento, tal como, por ejemplo, en las esquinas o aletas típicas de los motores eléctricos o de cuerpos de calentamiento tales como radiadores o componentes de aparatos eléctricos domésticos y trabajo estructural de acero en general.

**[0012]** También son conocidas las dificultades en los sistemas disponibles actualmente para cargar electrostáticamente polvo muy fino con el fin de obtener acabados de alta calidad. De hecho es difícil lograr que se cargue el polvo de grano fino y el polvo nanométrico y que mantenga la carga antes de su impacto sobre los productos para una nebulización perfecta y una distribución homogénea sobre las superficies o productos de diversa naturaleza bajo el efecto de la carga electrostática.

**[0013]** También se conocen los problemas en los sistemas de recubrimiento de polvo fino o polvo nanométrico que usan como vehículo aire comprimido tradicional, que arrastra junto con él elementos contaminantes (entre los cuales están las partículas de hidrocarburos, partículas de agua y polvo contaminante de diversa naturaleza) que dificultan la distribución, la penetración y el flujo perfectos del polvo sobre las superficies. A pesar de todas las desventajas mencionadas anteriormente, los sistemas conocidos en cualquier caso usan como fluido portador para el polvo simple aire comprimido a pesar de que éste arrastra consigo partículas de humedad, partículas de vapores oleosos y partículas volátiles presentes en la atmósfera, causando así los problemas mencionados anteriormente.

**[0014]** A partir del documento US5370911 se conoce un procedimiento para hacer un preimpregnado de estopa que comprende fibras largas y continuas recubiertas con un polímero termoplástico, en el que se forma una corriente de aire cargada de partículas al aspirar partículas de polímero fluido en una corriente de aire de flujo y se carga de forma continua electrostáticamente por medio de una tensión aplicada.

#### 40 Propósito de la invención

**[0015]** Por lo tanto, un primer propósito de la invención es proponer un aparato y un procedimiento para el recubrimiento de polvo electrostático que estará libre de las desventajas mencionadas anteriormente de los sistemas

conocidos.

#### Sumario de la invención

5 **[0016]** El anterior y otros propósitos se han logrado con un procedimiento y un aparato para recubrimiento de polvo electrostático según una o más de las reivindicaciones adjuntas, que prevé el uso, como fluido portador, de una mezcla de nitrógeno/oxígeno/argón obtenida continuamente, durante el proceso de recubrimiento, a partir de aire comprimido que se modifica y después se utiliza para el movimiento del lecho fluido, el arrastre del polvo, la nebulización, la recuperación peristáltica, la precarga electrostática con iones positivos o negativos del polvo  
10 comenzando a partir del lecho fluido.

**[0017]** Con mayor detalle, el aire está "modificado" en el sentido de que, partiendo de la composición natural del aire ambiental a la que se hace referencia anteriormente, para implementar la invención, éste último se priva casi totalmente de oxígeno y se libera totalmente de otras sustancias indeseables presentes en la composición natural,  
15 obteniendo así una mezcla constituida exclusivamente por nitrógeno/oxígeno/argón en los porcentajes preferidos a los que se hace referencia en lo sucesivo en el presente documento, que también favorece un efecto sinérgico con la ionización y el acondicionamiento con calor del fluido portador que se describe en lo sucesivo en el presente documento.

20 **[0018]** Como solución preferida, pero no indispensable, para implementar la invención, dicha mezcla se obtiene por medio de membranas de separación osmótica de fibras huecas o por medio de tamiz molecular de carbón (CMS) usando el sistema de absorción por oscilación de presión (PSA).

**[0019]** Una primera ventaja de la invención reside en el hecho de que, usando como vehículo aire modificado  
25 de esta forma, enriquecido con nitrógeno/oxígeno/argón, la velocidad de empuje aumenta considerablemente y crea un flujo más rápido y menos turbulento, que se ve menos afectado por agentes atmosféricos tales como la humedad y, por lo tanto, de esta forma permite una distribución mejor y más uniforme del producto en las superficies.

**[0020]** Una segunda ventaja está representada por el hecho de que la mezcla obtenida del aire modificado en  
30 nitrógeno/oxígeno/argón es sustancialmente anhidra, y por lo tanto, no tiene humedad ni partículas de hidrocarburos que son el origen de la contaminación vesicular de los productos de recubrimiento.

**[0021]** Una ventaja adicional se representa por el hecho de que, usando la mezcla de nitrógeno/oxígeno/argón y con la precarga, manteniendo a una temperatura adecuada tanto el lecho fluido como las pistolas de pulverización,  
35 también es posible diversificar dos o más salidas mantenidas a diferentes temperaturas de salida que se pueden optimizar para diferentes zonas de recubrimiento del producto y reducir los tiempos de recubrimiento en cualquier circunstancia. Esto de hecho permite una mayor velocidad del dispositivo reciprocador que mueve las pistolas para suministrar el polvo con el fin de obtener mayor uniformidad y mayores espesores en tiempos menores, y se logran importantes ventajas en ahorro de polvo de recubrimiento y mayor productividad, en particular en sistemas robotizados.

40 **[0022]** Una ventaja adicional se representa por el hecho de que, puesto que la mezcla de nitrógeno/oxígeno/argón tiene una velocidad mayor, se crea un impacto que permite mejor adherencia del polvo en los productos, logrando de esta forma una mejor adhesión/penetración y flujo del polvo, imprimiéndose en el ventilador de pulverización una nebulización perfecta sin dispersión del polvo en los extremos del ventilador, limitando el efecto  
45 de rebote gracias a la posibilidad de usar boquillas más pequeñas montadas en las pistolas, en comparación con el uso del aire comprimido tradicional.

**[0023]** La ventaja anterior se percibe particularmente en el caso de sistemas robotizados, puesto que reduce el efecto negativo del movimiento de las pistolas de pulverización.

50 **[0024]** Todavía otra ventaja está representada por el hecho de que el uso de aire modificado en nitrógeno/oxígeno/argón garantiza una homogeneidad perfecta del movimiento en el lecho fluido dado que dicha mezcla es, por sí misma, anhidra, y en consecuencia se logra el arrastre óptimo del polvo en los conductos de distribución en cuanto a las pistolas.

55 **[0025]** Todavía otra ventaja de la invención es la posibilidad de usar polvo residual de desecho, tratado previamente en ciclos de recubrimiento previos.

**[0026]** Actualmente, de hecho, el polvo residual ya no se puede usar en un porcentaje que varía entre el 15 %  
60 y el 30 %, y su recuperación lleva a un ahorro considerable desde el punto de vista económico y ambiental.

**[0027]** Según un uso ventajoso adicional de la invención, la mezcla de nitrógeno/oxígeno/argón obtenida del aire comprimido que se usará para mover el lecho fluido y arrastrar el polvo y para la atomización/nebulización se carga previamente con iones positivos o negativos aguas arriba del lecho fluido, o bien se hace para que sea neutro  
65 estáticamente (concretamente, en estado de plasma, creado mediante la anulación de las cargas negativa y positiva

en una cámara desionizante proporcionada para este propósito) con el fin de imponer una precarga en el polvo antes de su salida desde la pistola actuando sobre las partículas de argón y de oxígeno residual presentes en la mezcla que se usa como vehículo con el fin de anular el efecto de la jaula de Faraday.

- 5 **[0028]** Ventajosamente, el hecho de mover el polvo e imponer una precarga con iones positivos o negativos que ya están en el lecho fluido usando mezclas anhidras de nitrógeno/oxígeno/argón conduce a una mejor nebulización y una distribución con mayor uniformidad de los espesores debido al efecto sinérgico combinado entre la precarga y la carga final que se ejerce por las pistolas en la etapa de nebulización.
- 10 **[0029]** Todavía otra ventaja de la invención es la eliminación de los problemas mencionados anteriormente con respecto a los sistemas para recubrimiento de polvo fino o polvo nanométrico que usan aire comprimido tradicional como vehículo.
- [0030]** Según un uso ventajoso adicional de la invención, el fluido portador puede ser acondicionado por calor  
15 tanto por calentamiento como por enfriamiento usando dispositivos proporcionados para este fin, por ejemplo, un enfriador u otros dispositivos enfriadores, tales como un intercambiador de calor de placa ultracompacta formado por un intercambiador aire-aire equipado con un separador de flujo lento, por ejemplo, un antivaho, con la función de mantener la temperatura del flujo en un valor de aproximadamente entre -15 °C y 45 °C, preferiblemente de 5 °C a 20 °C durante todo el año con el fin de obtener en cualquier condición ambiental una atomización/nebulización perfecta  
20 del polvo. En particular, las temperaturas más altas, cercanas a 45-50 °C o más, favorecen la etapa de secado de los productos recubiertos con polvo en un horno.

#### Lista de dibujos

- 25 **[0031]** Las anteriores y adicionales ventajas se entenderán mejor por cualquier experto en la técnica a partir de la siguiente descripción y de los dibujos adjuntos, que se proporcionan simplemente a modo de ejemplo no limitativo, y en los que:
- 30 - La Figura 1 es una vista esquemática de una primera realización de un aparato según la invención, con ionización por medio del efecto corona;
  - la Figura 2 es una vista esquemática de una primera realización de un aparato según la invención, con ionización usando el sistema tribo;
  - la Figura 3 es una ilustración esquemática de una planta con recuperación peristáltica del polvo de una cabina de pintura; y
  - 35 - la Figura 4 es una ilustración esquemática de una etapa de separación de gases del aire realizada usando una membrana de fibra hueca.

#### Descripción detallada

- 40 **[0032]** Con referencia a los dibujos, se describen ahora un aparato y un procedimiento según la invención.
- [0033]** En el ejemplo de realización ilustrado, se proporciona una fuente 3 de un fluido fluidificante, que sale a un recipiente 2 que contiene una cantidad de polvo de recubrimiento 4.
- 45 **[0034]** El fluido tiene la función de mantener en forma dispersa y no aglomerada el polvo que se va a pulverizar sobre un sustrato a recubrir 1.
- [0035]** El recipiente 2 se comunica aguas abajo con un dispositivo atomizador 18, que a su vez se comunica con una fuente 13 de fluido de atomización/nebulización y una fuente 5 de fluido portador a presión, que, a través de  
50 una tubería apropiada 6, debe transportar el flujo de fluido portador y polvo atomizado a una boquilla de pulverización 7 de una pistola 17, capaz de suministrar un ventilador de recubrimiento 16.
- [0036]** Además, se proporcionan aguas arriba de la boquilla 7 medios 8, conocidos en sí mismos, para cargar electrostáticamente el flujo de fluido portador y polvo.
- 55 **[0037]** En diferentes realizaciones, los medios 8 pueden estar constituidos por un electrodo 8 suministrado a una alta tensión 12 colocado en la proximidad de la boquilla 7 (Figura 1) o por un tubo tribo atravesado por el flujo de fluido portador y polvo (Figura 2) en contacto con las paredes del tubo.
- 60 **[0038]** Según la invención, las fuentes 3, 5 y/o 13 de fluido son fuentes de una mezcla de nitrógeno/oxígeno/argón compuesta por nitrógeno en un intervalo del 80-98 % en volumen, oxígeno en un intervalo del 1-19 % en volumen, argón en un intervalo del 1-2 % en volumen, más preferiblemente nitrógeno en un intervalo del 90-96 % en volumen, oxígeno en un intervalo del 4-10 % en volumen, argón en un intervalo del 1-2 % en volumen.

**[0039]** Gracias a la invención, se ha encontrado (Tabla 1) que, mientras que la velocidad del aire comprimido a una presión de 1 bar (como en los sistemas convencionales) es de 7,24 m/s con una turbulencia del 43,41 %, utilizando la mezcla de nitrógeno y oxígeno con el 0,9 % de argón aumenta la velocidad de 7,24 m/s a 13,17 m/s, reduciendo la turbulencia al 35,79 %.

5

**[0040]** Ventajosamente, el polvo de recubrimiento, si es empujado por un fluido portador menos turbulento y más rápido, se ve menos afectado por los agentes atmosféricos, tal como la humedad, y por lo tanto permite una distribución mejor y más uniforme del polvo sobre la superficie del sustrato 1.

10 **TABLA 1**

<b>AIRE COMPRIMIDO</b>			
	Canal 1	Canal 2	Canal
Velocidad media (m/s)	7,2452	0,0000	0,0000
Velocidad RMS (m/s)	3,1451	0,0000	0,0000
Intensidad de turbulencia (%)	43,41	0,00	0,00
Frecuencia media (MHz)	5,1257	0,0000	0,0000
Frecuencia RMS (MHz)	0,4886	0,0030	0,0000
Frecuencia TI (%)	9,53	0,00	0,00
Tiempo de puerta medio (µs)	10,71	0,00	0,00
Tiempo de puerta RMS (µs)	10,64	0,00	0,00
Velocidad de datos (Hz)	9,033	0	0
Recuento válido	5000	0	0
Recuento inválido	0	0	0
Tiempo transcurrido (s)	0,8304		

<b>NITRÓGENO</b>			
	Canal 1	Canal 2	Canal
Velocidad media (m/s)	13,1753	0,000	0,00000
Velocidad RMS (m/s)	4,7149	0,0000	0,0000
Intensidad de turbulencia (%)	35,79	0,00	0,00
Frecuencia media (MHz)	6,0470	0,0000	0,0000
Frecuencia RMS (MHz)	0,7325	0,0000	0,0000
Frecuencia TI (%)	12,11	0,00	0,00
Tiempo de puerta medio (µs)	5,08	0,00	0,00
Tiempo de puerta RMS (µs)	4,58	0,00	0,00
Velocidad de datos (Hz)	5530	0	0
Recuento válido	5000	0	0
Recuento inválido	0	0	0
Tiempo transcurrido (s)	1,3566		

15

**[0041]** Según un aspecto ventajoso adicional de la invención, la fuente 3 de fluido fluidificante es una fuente de una mezcla como se describe anteriormente, que permite, gracias a la naturaleza anhidra del nitrógeno, una mejor fluidez del polvo en el recipiente a obtener, evitando la presencia de humedad y la formación de aglomerados.

20

**[0042]** Como característica adicional de la invención, el aparato comprende además medios 11 colocados aguas arriba de dicho recipiente 2 para cargar electrostáticamente dicho flujo de fluido fluidificante, constituido preferiblemente por la mezcla descrita anteriormente, antes de su entrada en el recipiente.

**[0043]** Ventajosamente, esta solución permite un aumento en la precarga de iones positivos o negativos del polvo de una manera sencilla y sin el uso de sistemas de ionización integrados en el lecho fluido.

5 **[0044]** Además de mejorar las condiciones del lecho fluido, la precarga permite ventajosamente un aumento en la carga electrostática del flujo de mezcla y polvo antes de su salida de la boquilla de pulverización y, por lo tanto, la eliminación o limitación considerable del efecto de jaula de Faraday para puntos de recubrimiento de difícil acceso, tales como esquinas o rebajes en cuerpos metálicos. Según una característica adicional de la invención, se prevé el uso de uno o más acondicionadores por calor 10, 19 colocados preferiblemente aguas arriba del recipiente 2 y/o de la  
10 pistola 17 para mantener dicha mezcla y el flujo de la mezcla y polvo atomizado a una temperatura deseada, por ejemplo, una temperatura entre -15 °C y 45 °C, preferiblemente 5 °C-20 °C.

**[0045]** Además, según la invención, existe la posibilidad de acondicionar y regular la temperatura del flujo de fluido y polvo atomizado aguas arriba de las pistolas de pulverización para optimizar la temperatura según las  
15 condiciones ambientales y el sustrato a recubrir. Preferiblemente, la regulación de la temperatura se obtiene mediante un dispositivo de calentamiento, por ejemplo, un depósito con resistencias eléctricas atravesadas por el fluido, posiblemente conectado a las pistolas a través de un tubo de transporte 60 equipado con medios para calentar el fluido, por ejemplo, resistencias eléctricas de una forma helicoidal para un mejor intercambio de calor y tiempo de contacto colocado dentro del tubo.

20 **[0046]** Preferentemente, la mezcla de trabajo es una mezcla de gases obtenida del aire modificado en nitrógeno/oxígeno/argón producido con membranas de fibra hueca (véase el diagrama de la Figura 4) o con un sistema de carbón activado denominado PSA (absorción por oscilación de presión) a una temperatura constante de -15 °C y 45 °C, preferiblemente 5 °C-20 °C.

25 **[0047]** Con referencia a las realizaciones preferidas ilustradas en los dibujos adjuntos, el funcionamiento del aparato según la invención prevé suministrar un fluido de trabajo constituido por la mezcla descrita anteriormente en el recipiente 2, en el que se ha introducido una cantidad de polvo de recubrimiento 3. La introducción de la mezcla, que está precargada electrostáticamente, determina la formación de un lecho fluido constituido por polvo y mezcla.

30 **[0048]** Insertado en el recipiente 2 hay un tubo 14, que en el otro extremo se comunica con un atomizador 18. Extraído a través del tubo hay un flujo constituido por fluido y polvo de trabajo que la mezcla introduce en el atomizador desde la fuente 5 y que sale hacia la pistola 17 a través de la tubería 6.

35 **[0049]** Desde el recipiente, además, se proporciona una salida de descarga 15 para la mezcla y el polvo residual.

**[0050]** En el caso de la Figura 1, saliendo también del atomizador 18 se encuentra la fuente 13, que lleva un flujo presurizado de mezcla que está diseñado para garantizar el arrastre adecuado del polvo a la pistola.

40 **[0051]** Una vez más, en el caso de la Figura 1, se proporciona en la proximidad de la boquilla de pulverización 7 un electrodo 8 suministrado por un generador de alta tensión para cargar electrostáticamente el flujo saliente de mezcla y polvo.

45 **[0052]** Al mismo tiempo, el sustrato 1 a recubrir se mantiene a una tensión neutra (conectada a tierra) de tal manera que el flujo de la mezcla y el polvo atomizado inciden sobre él y forman la capa de recubrimiento.

**[0053]** Preferiblemente, la mezcla que entra en el recipiente y/o el flujo de mezcla y polvo que llega a la pistola 17 está acondicionada térmicamente para mantener una temperatura entre -15 °C y 45 °C, independientemente de  
50 las condiciones de temperatura externa y el periodo del año.

**[0054]** Se ilustra en la Figura 2 un aparato con una operación similar a la que se acaba de describir, pero en el que el flujo de la mezcla portadora se suministra por la fuente 13 aguas arriba de un tubo tribo 20, de un tipo en sí conocido, en el que tanto la mezcla portadora como el flujo de la mezcla y el polvo atomizado convergen de tal manera  
55 que se cargan positivamente por contacto antes de enviarse al sustrato 1 por las boquillas de pulverización 7.

**[0055]** Por lo tanto, la invención logra las importantes ventajas enumeradas a continuación.

60 A. Dado que la mezcla descrita anteriormente, obtenida del aire modificado en nitrógeno/oxígeno/argón es anhidra, por lo tanto, no tiene humedad ni partículas de hidrocarburos que originen la contaminación vesicular de los productos de recubrimiento, con una velocidad de 13,17 m/s.

65 B. Dado que el fluido portador está acondicionado por calor a través de un equipo de calentamiento y/o enfriamiento diseñado con este propósito, logra el propósito de obtener una atomización/nebulización perfecta del polvo y garantizar una temperatura constante durante todo el año, por ejemplo, mediante un enfriador capaz de mantener la temperatura del lecho fluido a un valor entre -15 °C y 45 °C.

C. La mezcla de nitrógeno/oxígeno/argón obtenida del aire comprimido que se usa para mover el lecho fluido en el recipiente y/o el arrastre del polvo y la atomización/nebulización del mismo se precarga con iones positivos o negativos para imponer una precarga en el polvo antes de la salida del mismo desde la boquilla de la pistola de pulverización. La precarga electrostática, al actuar sobre las partículas de argón y el oxígeno residual presente en la mezcla portadora, elimina el efecto de jaula de Faraday descrito anteriormente;

D. La mezcla de nitrógeno/oxígeno/argón es más rápida que el aire comprimido usado convencionalmente y crea un impacto del polvo que, por lo tanto, se adhiere mejor a los productos, creando una mejor adhesión y flujo del polvo, lo que imprime en el ventilador de pulverización una nebulización perfecta sin ninguna dispersión del polvo en los extremos del ventilador como resultado del movimiento de las pistolas, como ocurre, por ejemplo, en los sistemas robotizados.

E. El uso de aire modificado en nitrógeno/oxígeno/argón garantiza una perfecta homogeneidad de nebulización en el lecho fluido dado que la mezcla es anhidra, y también su arrastre perfecto en los tubos para su distribución a las pistolas.

F. El chorro de nitrógeno/oxígeno/argón elimina la humedad relativa presente en los productos, lo que evita la adhesión perfecta del polvo y la creación de microburbujas.

G. El uso de la mezcla de nitrógeno/oxígeno/argón elimina cualquier problema relacionado con la formación de masas o agregados de polvo en el lecho fluido, dado que este último es anhidro, es decir, no tiene humedad.

**[0056]** Ventajosamente, según la invención, se puede prever además que el flujo de la mezcla de trabajo se distribuya para su uso a través de tubos recubiertos con politetrafluoroetileno (PTFE) conductor con relleno de fibra de vidrio, por ejemplo, el material comercializado bajo el nombre comercial de Teflon®, en la medida en que, con dicha solución, los iones que se transportan dentro del tubo no se dispersen.

**[0057]** En consecuencia, el Teflon elimina el problema de la dispersión de los iones de la mezcla portadora a lo largo del recorrido dentro del tubo.

**[0058]** Se describe esquemáticamente con referencia a la Figura 3, una planta para recubrir un sustrato 1 en una cabina de pintura 25, donde el polvo 4 emitido por las pistolas 17 es recogido por una tolva 26 colocada debajo de la parrilla 30 del plano de recubrimiento y se lleva, a través de un primer conducto, a un recipiente de acumulación 28 y, a través de un segundo conducto 29, a un recipiente de lecho fluido 2 según la invención. Ventajosamente, gracias a la invención, el polvo 4 recogido por la tolva es transportado por una mezcla cargada electrostáticamente de nitrógeno/oxígeno/argón, que reduce la formación de aglomerados y mejora la eficiencia de la recuperación del polvo.

**[0059]** La presente invención se ha descrito según realizaciones preferidas y se define por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para el recubrimiento electrostático de un sustrato (1), que comprende las etapas de:
- 5 suministrar un fluido de trabajo a entre 0,5 bar y 10 bar en un recipiente (2) que contiene una cantidad de polvo de recubrimiento (3);  
 extraer de dicho recipiente (2) un primer flujo compuesto por fluido de trabajo y polvo;  
 atomizar dicho flujo de fluido de trabajo y polvo con un chorro de fluido de trabajo a una presión de entre 0,5 bar y 10 bar;
- 10 suministrar fluido de trabajo a una presión de entre 0,5 bar y 10 bar para crear un segundo flujo de transporte compuesto por fluido de trabajo y polvo atomizado;  
 cargar dicho segundo flujo de fluido de trabajo y polvo atomizado electrostáticamente a presión; y  
 enviar dicho segundo flujo de fluido de trabajo y polvo atomizado cargado electrostáticamente sobre un sustrato (1),
- 15 estando dicho procedimiento **caracterizado porque:**
- dicho fluido de trabajo es una mezcla compuesta por nitrógeno en un intervalo del 80-98 %, oxígeno en un intervalo del 1-19 %, argón en un intervalo del 1-2 %;
- 20 dicha mezcla se obtiene de forma continua durante el recubrimiento tomando aire del ambiente y privándolo de sustancias residuales no comprendidas en dicha composición; y  
 dicha mezcla de trabajo está precargada electrostáticamente aguas arriba de la entrada en dicho recipiente con iones positivos y/o negativos según la carga electrostática final deseada.
- 25 2. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho flujo de mezcla que se va a introducir en el recipiente (2) se acondiciona térmicamente de manera ajustable para mantener una temperatura entre -15 °C y +45 °C, preferiblemente entre 5 °C y 20 °C.
3. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de  
 30 regulación de la temperatura del flujo de mezcla y polvo antes de que se envíe a dicho sustrato.
4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha mezcla es una mezcla de gases obtenidos a partir de aire modificado en nitrógeno/oxígeno/argón producido con membranas de fibra hueca o sistema PSA.
- 35 5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de recuperación peristáltica del polvo desde la cabina de pulverización (25) al recipiente (2).
6. Un aparato para el recubrimiento electrostático de sustratos (1), que comprende:
- 40 un recipiente (2) que contiene polvo de recubrimiento (4) suministrado por una fuente (3) de un fluido de trabajo; un atomizador (18) que se comunica con dicho recipiente y con al menos una fuente (5) de fluido de trabajo a presión;
- 45 una fuente (13) de un fluido de trabajo a presión para transportar a lo largo de una tubería (6) un flujo de fluido de trabajo y polvo atomizado al menos a un dispositivo de pulverización (17) dotado de al menos una boquilla de pulverización (7); y medios (8) para cargar electrostáticamente dicho flujo de fluido y polvo de trabajo, colocados entre dicho recipiente (2) y dicha boquilla de pulverización (7),
- estando dicho aparato **caracterizado porque** dichas fuentes (3, 5, 13) de fluido de trabajo son fuentes de aire modificado que comprende nitrógeno en un intervalo del 80-98 %, oxígeno en un intervalo del 1-19 % y argón en un intervalo del 1-2 %, y que comprende medios (11) para cargar electrostáticamente dicho flujo de mezcla de trabajo aguas arriba de dicho recipiente (2) con iones positivos y/o negativos según la carga final deseada, ya sea positiva, negativa o neutra, o en el estado de plasma.
- 55 7. El aparato según la reivindicación 6, en el que dichas fuentes (3, 5, 13) de dicha mezcla de trabajo comprenden dispositivos de membrana de fibra hueca para separar el aire modificado en nitrógeno/oxígeno/argón partiendo de aire comprimido.
8. El aparato según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que dichas fuentes (3, 5, 13) de dicha  
 60 mezcla de trabajo comprenden dispositivos de tamiz molecular para separar el aire modificado en nitrógeno/oxígeno/argón partiendo de aire comprimido.
9. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, que comprende medios de acondicionamiento por calor (19) dotados de un enfriador y/o medios de calentamiento, ajustados aguas arriba de dicha boquilla (7) para  
 65 mantener dicho flujo de mezcla y polvo atomizado a una temperatura entre -15 °C y +45 °C y optimizar la temperatura

según las condiciones ambientales y el sustrato a recubrir.

10. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6-9, que comprende un dispositivo de acondicionamiento por calor (10) dotado de un enfriador colocado aguas arriba del recipiente (2) para mantener dicho flujo de mezcla de trabajo a una temperatura entre -15 °C y +45 °C, preferiblemente entre 5 °C y 20 °C.

11. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6-10, en el que dicha mezcla de trabajo se distribuye a través de tubos recubiertos con politetrafluoroetileno conductor con relleno de fibra de vidrio para eliminar la dispersión de los iones a lo largo del recorrido dentro del tubo.

10

12. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6-11, que comprende medios para la recuperación peristáltica del polvo (4).

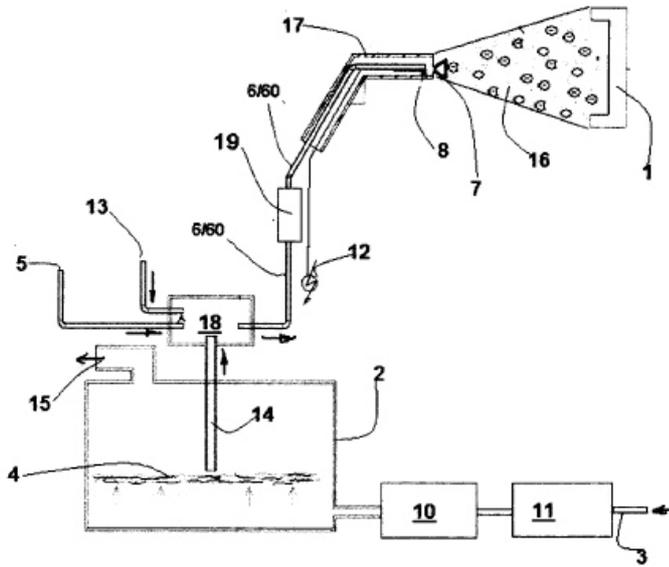


FIG.1

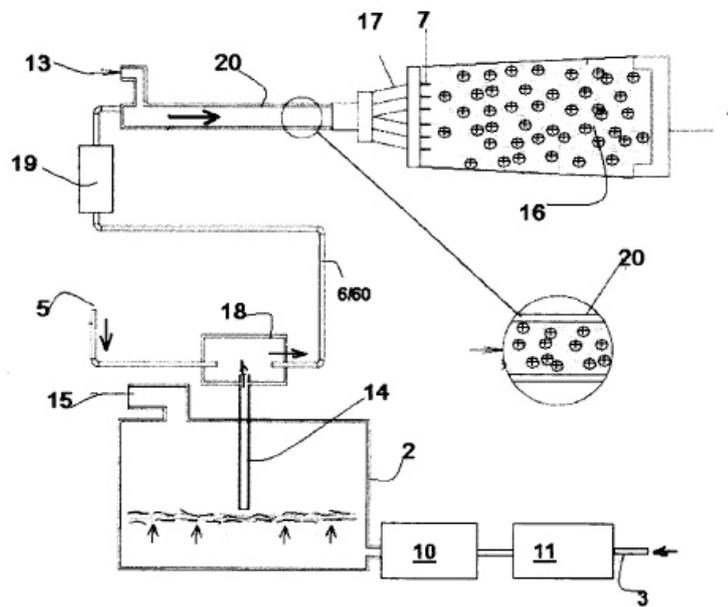


FIG.2

