



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 299 992**

(51) Int. Cl.:  
**B05B 17/06** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **05700704 .9**

(86) Fecha de presentación : **05.01.2005**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1701802**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **20.09.2006**

(54) Título: **Dispositivo de pulverización de alta frecuencia.**

(30) Prioridad: **05.01.2004 DE 10 2004 001 095**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.06.2008**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.06.2008**

(73) Titular/es: **CINVENTION AG.**  
**Rheingaustrasse 190-196**  
**65203 Wiesbaden, DE**

(72) Inventor/es: **Kunstmann, Jürgen;**  
**Rathenow, Jörg y**  
**Asgari, Sohél**

(74) Agente: **Gallego Jiménez, José Fernando**

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

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de pulverización de alta frecuencia.

5 La invención se refiere en general a un dispositivo de pulverización de alta frecuencia adecuado para pulverizar un líquido de recubrimiento, que va equipado con un dispositivo de secado para secar y/o reticular el líquido de recubrimiento aplicado con ayuda del dispositivo de pulverización de alta frecuencia sobre el cuerpo que hay que recubrir, presentando además el dispositivo un soporte para el sustrato que es adecuado para mantener constantemente en la posición adecuada para el recubrimiento el cuerpo que hay que recubrir durante el proceso de recubrimiento. La  
10 presente invención se refiere en especial un dispositivo de pulverización de alta frecuencia que no pulveriza el líquido de recubrimiento por medio de una boquilla a la que se aplica presión sino que, sin fuerza y sin inducción de aire, con ayuda de un cuerpo de resonancia excitable para dar oscilaciones de alta frecuencia se pulveriza el líquido de recubrimiento para dar una niebla de pulverización. Según la invención se incluyen también aquellos dispositivos en los que para el proceso de recubrimiento se produce un movimiento del sustrato y/o del dispositivo pulverizador.

15 Las oscilaciones de alta frecuencia a las que se excita el cuerpo de resonancia pueden generarse, por ejemplo en un transformador electromecánico, mediante elementos piezocerámicos que se excitan para producir oscilaciones eléctricas. Las oscilaciones mecánicas generadas con ayuda de los elementos piezocerámicos pueden amplificarse a continuación y conducirse hasta el cuerpo de resonancia. Con estas oscilaciones mecánicas de alta frecuencia puede  
20 excitarse una película de líquido de recubrimiento, aplicada de manera continua sobre el cuerpo de resonancia, para dar ondas capilares de tal manera que los vientres de oscilación formados en las ondas capilares se estrangulan produciendo finas gotitas, con lo cual se forma una niebla de pulverización.

Posibles campos de aplicación para dispositivos de pulverización de alta frecuencia de este tipo desprovistos de  
25 presión pueden encontrarse, por ejemplo, en los campos de la humectación del aire y de mercancías, la microelectrónica, la técnica médica, etc. Los dispositivos de pulverización de alta frecuencia pueden resultar también muy apropiados para gasificar o desgasificar líquidos. Los citados dispositivos de pulverización de alta frecuencia pueden ser también apropiados para la carga de medios separadores y/o la adición de líquidos en procesos de llenado y mezcla.

30 Sin embargo, estos dispositivos de pulverización de alta frecuencia tienen una especial importancia en el campo de las técnicas médicas, por ejemplo para recubrir de manera delgada y homogénea con un líquido de recubrimiento tornillos en huesos y articulaciones, prótesis de válvulas cardíacas y sustratos de filigrana, es especial soportes vasculares como por ejemplo los stent. Con el dispositivo según la invención se pueden conseguir por ejemplo espesores de capa cerrada desde aproximadamente 1 nm hasta aproximadamente 1 mm, eventualmente también más. Los espesores  
35 de capa preferidos se sitúan entre 1 nm y 100  $\mu\text{m}$ , de manera especialmente preferente de 1 nm a 10  $\mu\text{m}$ , p. ej. 1 nm a 1  $\mu\text{m}$  ó 10 nm a 1  $\mu\text{m}$  y de manera muy especialmente preferente de 1 nm a 10 nm.

Los stent de este tipo pueden necesitarse, por ejemplo, para proteger de forma permanente frente a una nueva  
40 oclusión una arteria coronaria de un paciente de infarto de miocardio que ha sido ensanchada por medio de dilatación con globo. Para proteger de forma permanente frente a una nueva oclusión la arteria coronaria, por lo general después de haberse logrado la dilatación mediante balón, los stent de este tipo, que p. ej. poseen la forma de un cilindro hueco de tejido alambreado que es comparable a un arrollador de vedijas, se encajan en el vaso coronario con lo cual se impide en muchos casos que el vaso vuelva a cerrarse o, al menos, que lo haga más tarde.

45 Para que estos stent, lo mismo que otros implantes médicos o cualquier otro cuerpo que haya que recubrir y que a continuación se designarán acumulativamente como sustratos, no sean rechazados por el organismo humano es necesario dotar a estos sustratos de un recubrimiento apropiado que no pueda ser rechazado por el cuerpo humano o animal. Para el recubrimiento de estos sustratos, que a menudo son muy finos y con filigranas, puede utilizarse preferentemente por ejemplo el dispositivo de pulverización de alta frecuencia ya mencionado anteriormente.

50 Un dispositivo pulverizador que es adecuado para pulverizar sin fuerza y sin inducción de aire un líquido de recubrimiento se conoce, por ejemplo, de US No. 4,655,393. El pulverizador ultrasónico conocido aquí consta en esencia de dos tubos unidos entre sí a través de una conexión de brida en sentido longitudinal, estando dispuesto entre las dos bridas limítrofes de los dos tubos un elemento propulsor para excitar en la unidad pulverizadora la  
55 producción de oscilaciones en el campo de los ultrasonidos. En el lado posterior del pulverizador ultrasónico se conecta un tubo de alimentación para proporcionar líquido de recubrimiento al dispositivo pulverizador. En el lado anterior del pulverizador disminuye el diámetro de los tubos anteriores con lo cual se forma una pieza tubular maciza de diámetro más pequeño. Vista en sección, esta pieza tubular se ensancha siguiendo una trayectoria circular en dirección al lado anterior del dispositivo pulverizador y finaliza en una punta pulverizadora plana.

60 La punta pulverizadora plana y la cavidad interior de los tubos anteriores del dispositivo pulverizador están unidos mediante varios tubos capilares rectilíneos a fin de aplicar a la punta pulverizadora un medio de revestimiento excitado a oscilaciones de alta frecuencia. Sin embargo, estos tubos finos finalizan romos y sin ningún proceso continuo en la punta plana del dispositivo pulverizador. Esta transición discontinua entre los tubos y la punta plana, sin embargo,  
65 conduce en el funcionamiento de este dispositivo pulverizador a un rociado irregular y especialmente a un tamaño desigual de las gotitas en la niebla de pulverización generada. Mediante esta transición discontinua se producen en especial también gotas de mayor diámetro que primero se acumulan en la punta del dispositivo pulverizador y que, por la acción de la gravedad, se desprenden para un determinado tamaño de la punta pulverizadora. Entre otras causas,

esta es la razón por la que el dispositivo pulverizador conocido de US 4,655,393 sólo debe utilizarse en orientación vertical con la punta pulverizadora indicando hacia arriba o en orientación horizontal. Sin embargo, en el caso de que el sustrato que hay que recubrir deba disponerse por debajo de este dispositivo pulverizador o también en el caso de recubrimientos uniformes y muy delgados, sucede a menudo que gotas de mayor tamaño se forman en la punta pulverizadora y gotean sobre el sustrato y de este modo lo inutilizan para un uso posterior.

Un problema adicional en el recubrimiento de sustratos consiste en que los sustratos de este tipo habitualmente primero se recubren en un primer paso sujetándolos con un primer soporte de sustrato para ser recubiertos con ayuda de un dispositivo pulverizador. Sin embargo, normalmente hay que retirar después el sustrato de este primer soporte de sustrato para realizar el secado/endurecimiento, por ejemplo en una estufa. Sin embargo, esta retirada del soporte de sustrato resulta problemática ya que al levantar el sustrato del primer soporte de sustrato la película de recubrimiento recién aplicada y todavía no endurecida puede dañarse con facilidad, con lo cual el sustrato resultará igualmente inutilizable para un uso posterior.

Un problema adicional en el recubrimiento de sustratos con un dispositivo de pulverización de alta frecuencia tal como se conoce por ejemplo de US 4,655,393, consiste en que la niebla de pulverización generada por un dispositivo pulverizador de este tipo únicamente puede modularse mediante el líquido de recubrimiento suministrado por unidad de tiempo al dispositivo pulverizador o mediante la frecuencia de excitación. Sin embargo no es posible ejercer ninguna otra influencia sobre las características de pulverización, por ejemplo para ensanchar o estrechar el chorro de rociado o para acelerar la niebla de pulverización a fin de darle una determinada dirección.

US 2003/0161937 revela un dispositivo de pulverización de alta frecuencia según la primera parte de la reivindicación 1. Partiendo de la problemática anteriormente descrita que puede producirse en el recubrimiento de un sustrato por ejemplo con un dispositivo de pulverización de alta frecuencia, el objetivo de la presente invención consiste por lo tanto en facilitar un dispositivo de pulverización de alta frecuencia para recubrir sustratos de filigrana que no estén lastrados con la desventaja de la formación de gotas en la punta pulverizadora, de modo que también pueda utilizarse con el cuerpo de resonancia dirigido hacia abajo. Con la presente invención hay que resolver también el problema anteriormente descrito que se produce al retirar el sustrato del soporte de sustrato, por ejemplo, para poder llevarlo a una estufa para endurecerlo. Hay que facilitar además un dispositivo de pulverización de alta frecuencia que permita influir sobre el chorro pulverizado no sólo ajustando la cantidad de líquido de recubrimiento y la frecuencia de pulverización sino que permita, además, acelerar el chorro pulverizado o ensanchar o estrechar el cono de pulverización.

Según un primer aspecto de la presente invención estas tareas y estos problemas se resuelven por primera vez con un dispositivo de pulverización de alta frecuencia para pulverizar un líquido de recubrimiento y para recubrir un sustrato que presenta una unidad pulverizadora excitable para producir oscilaciones de alta frecuencia, que pulveriza el líquido de recubrimiento que se le suministra para dar una niebla de pulverización y que está provista además de un soporte de sustrato posicionable que, durante todo el proceso de pulverización y recubrimiento, mantiene el sustrato que hay que recubrir en una posición favorable para el recubrimiento dentro de la niebla de pulverización generada por el dispositivo de pulverización de alta frecuencia, con lo cual es posible humedecer uniformemente el sustrato con la niebla de pulverización generada y aplicar capas delgadas y homogéneas.

Según una forma de realización alternativa, también puede moverse toda la unidad de pulverización a lo largo de un sustrato o bien puede dotarse a un sustrato dispuesto móvil de una unidad de pulverización dispuesta móvil.

Para poder contrarrestar también el problema descrito al principio que se produce al levantar el sustrato recién recubierto, el dispositivo de pulverización de alta frecuencia tiene además como mínimo una fuente de calor que es adecuada para secar la capa de niebla de pulverización formada sobre el sustrato sin que sea necesario separar el sustrato del soporte de sustrato. Por consiguiente, con la presente invención esto lleva consigo la ventaja de que el sustrato recién recubierto no tiene que ser retirado del soporte de sustrato para secarse, de modo que puede eliminarse el peligro de dañar el sustrato recién recubierto o la película de recubrimiento recién aplicada.

Tal como se explicó ya al principio, la unidad de pulverización comprende un pulverizador ultrasónico que es adecuado para pulverizar en una fina niebla de pulverización un líquido de recubrimiento alimentado a la unidad de pulverización. Para generar las ondas ultrasónicas de alta frecuencia el pulverizador ultrasónico posee por ejemplo un elemento piezocerámico que transforma ondas eléctricas en ondas mecánicas, con lo cual un líquido de recubrimiento alimentado sin presión al pulverizador ultrasónico forma ondas capilares en cuyos vientres de oscilación se forman finísimas gotitas. Para alimentar de la manera más uniforme y continua posible el líquido de recubrimiento a la punta pulverizadora de la unidad de pulverización, desde la que se nebulizará el líquido de recubrimiento excitado para dar oscilaciones, la unidad de pulverización tiene un cuerpo de resonancia ensanchado en forma de trompeta. Este cuerpo de resonancia de tipo capilar o que se ensancha en forma de trompeta oscila conjuntamente con el pulverizador ultrasónico en la frecuencia excitada, de tal manera que el líquido de recubrimiento aportado al cuerpo de resonancia oscila conjuntamente sobre la superficie del cuerpo de resonancia igualmente en la frecuencia excitada y forma las ondas capilares ya mencionadas.

Para suministrar de manera uniforme y continua líquido de recubrimiento al cuerpo de resonancia que se ensancha en forma de trompeta, el cuerpo de resonancia que se ensancha en forma de trompeta va unido a un tubo capilar a través del cual se suministra líquido de recubrimiento a la superficie interior del cuerpo de resonancia. Para que no se produzcan discontinuidades en la salida de líquido de recubrimiento desde los tubos capilares y en la transición a la

superficie interior del cuerpo de resonancia, el tubo capilar se conecta en una pieza de boca del cuerpo de resonancia que se ensancha en forma de trompeta de modo que el extremo del tubo capilar se continúa sin saltos ni escalones en el cuerpo de resonancia. Al salir del tubo capilar, el líquido de recubrimiento se distribuye como una película delgada sobre la superficie interior del cuerpo de resonancia concéntrica y que se ensancha en forma de trompeta.

Según una forma de realización preferida, el cuerpo de resonancia que se ensancha en forma de trompeta puede tener la forma de un cuerno que, por ejemplo, visto en sección se ensancha siguiendo una función Tractrix, una función exponencial o una función clotoide, por citar sólo unas pocas. Para aumentar la superficie de pulverización del cuerpo de resonancia, en el cuerno anteriormente descrito del cuerpo de resonancia se puede continuar, por ejemplo, una sección en forma de embudo. Igualmente es posible seguir el ensanchamiento del cuerno del cuerpo de resonancia hasta que el radio de curvatura del cuerno se encuentra paralelo al tubo capilar unido al cuerpo de resonancia. En este caso, la abertura exterior del cuerno podría continuar hacia el exterior en un disco perforado cuyo único orificio coincidiría con la abertura del cuerno. Una ventaja alcanzable mediante un agrandamiento de este tipo del cuerpo de resonancia consistiría en que se nebulizaría la totalidad de la cantidad de líquido de recubrimiento que se introduce en el cuerpo de resonancia a través del tubo capilar. Mediante el agrandamiento del cuerpo de resonancia se puede garantizar que en el cuerpo de resonancia no se acumulará ningún resto no pulverizado de líquido de recubrimiento, que de lo contrario a consecuencia de la fuerza de la gravedad gotearía no pulverizado en un borde del cuerpo de resonancia.

Para evitar además el desprendimiento de grandes gotas de líquido de recubrimiento en el cuerpo de resonancia o evitar diferencias en el grosor de capa de la película de líquido de recubrimiento que se forma sobre la superficie interior del cuerno, al cuerpo de resonancia, que tal como se ha indicado anteriormente se continuó en un disco perforado circular, se le aplica líquido de recubrimiento en el caso ideal por medio de una bomba dosificadora regulable y libre de pulsaciones. Aunque cantidades de dosificación de 0,1 a 100 ml/min y preferentemente de 0,5 ml/min resultan ser ventajosas para el uso anteriormente mencionado del dispositivo de pulverización de alta frecuencia en el campo de las técnicas médicas, el dispositivo de pulverización de alta frecuencia puede funcionar también con otras cantidades de dosificación, pudiéndose realizar sin más corrientes volumétricas de hasta 50 l por minuto, o cantidades mínimas en el orden de magnitud de por ejemplo 1  $\mu$ l/min.

Para obtener un rociado lo más óptimo posible sin desprendimiento de gotas no deseadas, las dimensiones individuales del dispositivo según la invención se adaptan entre sí, debiéndose tener en cuenta también la corriente volumétrica del medio de recubrimiento y su tenacidad. Así, para fines de uso habituales en el campo médico resulta normalmente adecuado seleccionar el diámetro lúcido del tubo capilar en el intervalo entre 0,01 y 15 mm. Para los líquidos de recubrimiento habituales adecuados para el recubrimiento de sustratos médicos, el diámetro del tubo capilar deberá seleccionarse preferentemente en el intervalo entre 0,3 mm y 0,5 mm, aunque especialmente de 0,4 mm. De manera correspondiente deberá adaptarse el diámetro del cuerpo de resonancia que se ensancha, habiendo resultado ser adecuado entre 1 y 100 mm para el diámetro del disco perforado anteriormente descrito. Sin embargo, en el campo de la técnica médica han resultado ser ventajosos en especial diámetros para el disco perforado en el intervalo entre 3 y 30 mm y especialmente en el orden de magnitud de 8 mm.

Para ajustar el rociado del dispositivo de pulverización de alta frecuencia según la invención, la niebla rociada generada puede modularse con un chorro regulable de aire o de gas inerte, garantizando al mismo tiempo el chorro de gas inerte la protección del dispositivo. El chorro de aire o de gas inerte para la modulación del rociado se genera rodeando toda la unidad de pulverización, incluido el pulverizador ultrasónico, con una carcasa que puede abrirse por un lado y que tiene una conexión para un suministro controlable de gas inerte, así como naturalmente una conexión para el líquido de recubrimiento, de modo que el gas inerte introducido en el interior de la carcasa a través de la conexión de gas inerte de la carcasa puede salir concentrado y a modo de chorro por una abertura de la carcasa, con lo cual se genera el chorro de gas inerte necesario para la modulación del rociado.

Al estar dispuesto el cuerpo de resonancia del pulverizador ultrasónico directamente en la abertura de la carcasa o en el entorno inmediato de la abertura de la carcasa, mediante el chorro de gas inerte generado se puede modular el rociado del dispositivo de pulverización de alta frecuencia. Así, por ejemplo, mediante el control del suministro de gas inerte se acelera la corriente volumétrica natural de la niebla rociada. Además, mediante el chorro de gas inerte generado se puede orientar y estabilizar el chorro rociado, con lo cual es posible también un cambio de la anchura del cono de rociado. Así por ejemplo, debido al apoyo del gas inerte, el cono de rociado del material de recubrimiento pulverizado puede variar en el intervalo entre 0 y 180°, prefiriéndose para las piezas más pequeñas, como por ejemplo los sustratos que se encuentran en el campo de la técnica médica, conos del chorro de rociado con un ángulo de aproximadamente 30°.

Para poder influir todavía más sobre las características del chorro de rociado, la abertura de la carcasa puede tener una boquilla de gas inerte a través de la cual circula el gas inerte, preparado mediante el aporte de gas inerte, como medio portador para el acondicionamiento del chorro de rociado de la niebla rociada. Esta boquilla puede estar configurada por ejemplo como un embudo que se va ensanchando y que se ensancha o se estrecha hacia el exterior desde la abertura de la carcasa. Mediante el cuerpo de resonancia del pulverizador ultrasónico dispuesto en este embudo que se ensancha o se estrecha se forma entre el embudo y el cuerpo de resonancia una hendidura anular, a través de la cual puede escapar el gas inerte suministrado al espacio interior de la carcasa. La anchura de esta hendidura anular se puede variar, por ejemplo mediante el desplazamiento del cuerpo de resonancia en el sentido longitudinal del embudo o variando el ángulo de ensanchamiento del embudo, con lo cual es posible una influencia adicional sobre las características del chorro de rociado.

De esta manera, a diferencia de las boquillas rociadoras conocidas a las que se aplica presión, se influye de varios modos distintos sobre las características del chorro de rociado generado. Por ejemplo, mediante un ajuste de la frecuencia de trabajo de la unidad de pulverización en el intervalo ultrasónico entre 20 kHz y 3 MHz, preferentemente de 20 a 200 kHz, se puede modificar el chorro de rociado además de los cambios en la corriente volumétrica del líquido de recubrimiento. Otra posibilidad para variar las características del chorro de rociado consiste en modificar el aporte de energía a la unidad de pulverización, que habitualmente se sitúa entre aproximadamente 0,01 y 100 W. Una cuarta posibilidad de modificar el chorro de rociado consiste, tal como se ha descrito ya anteriormente, en influir sobre el chorro de rociado mediante el ajuste del aporte de gas inerte a la carcasa en la que se encuentra alojada la unidad de pulverización. Otra posibilidad más de influir sobre las características del chorro de rociado consistiría, como igualmente ya se ha mencionado, en incluir sobre el chorro de rociado a través de una variación de la ranura anular que resulta entre el cuerpo de resonancia y el embudo que se ensancha en la conexión a la abertura de la carcasa.

Existen aquí, además, las posibilidades que ya se conocen en la técnica de barnices para optimizar el rociado, como p. ej. dilución, selección de disolventes, alejamiento de la boquilla del sustrato, aditivos.

Existe además la posibilidad de realizar recubrimientos planos, pudiéndose disponer para ello por ejemplo varias boquillas juntas en cascada. De manera correspondiente, por medio de una cinta transportadora se puede pasar aquí el sustrato plano por las boquillas, o bien pasar las boquillas por encima del sustrato que permanece fijo.

Puede ser preferible también prever para, o dotar al dispositivo de pulverización de alta frecuencia, de uno o varios dispositivos que permitan en conjunto un ajuste de la temperatura del gas inerte y/o del líquido de recubrimiento y/o de la cámara de recubrimiento, por ejemplo un dispositivo regulado o no regulado para temperar el aire inertizado en el sistema de aplicación, pudiéndose aplicar aquí los siguientes principios de acción: procedimientos de intercambio de calor en los aparatos para enfriar o calentar la boquilla ultrasónica, del gas de inertización o de las soluciones de recubrimiento o cualquier combinación de todos ellos.

Es decir, que en un proceso de recubrimiento o al recubrir un sustrato con un líquido de recubrimiento puede ser ventajoso que para el medio de recubrimiento, el líquido de recubrimiento o la dispersión que pueden presentarse en distintos estados de agregación, reinen durante todo el proceso unas condiciones constantes, homogéneas e iguales. Esto significa, por ejemplo, que la temperatura del líquido de recubrimiento no se modifica esencialmente en el recorrido entre el recipiente de reserva y la unidad de pulverización. Estas circunstancias o condiciones de temperatura uniformes pueden resultar perturbadas, por ejemplo, si a consecuencia de la energía aportada al utilizar por ejemplo un cabezal ultrasónico de rociado se produce un calentamiento del cabezal de rociado o de la unidad de pulverización. Este calentamiento podría transmitirse al líquido de recubrimiento que hay que aplicar y el líquido de recubrimiento se calentaría.

Podría suceder, por ejemplo, que en la unidad de pulverización calentada se alcanzara el punto de fusión de partículas contenidas en el líquido de recubrimiento. Podría producirse entonces la fusión de las partículas y que se pegara la unidad de pulverización o el cabezal ultrasónico de rociado. Esto tendría como consecuencia una mala calidad del resultado de la aplicación o del recubrimiento.

Podría suceder, además, que el disolvente presente en un líquido de recubrimiento se evaporara antes de tiempo, es decir, antes de la aplicación. Esta evaporación anticipada, siempre que no sea deseada, podría tener también como consecuencia una mala calidad del resultado de la aplicación o del recubrimiento.

Por lo tanto, puede ser una ventaja ajustar temperaturas constantes durante todo el recorrido o el proceso de distribución de un gas o de un líquido de recubrimiento.

Una temperatura esencialmente constante puede conseguirse p. ej. enfriando mediante un dispositivo de ajuste térmico una zona sobrecalentada, por ejemplo una boquilla de pulverización sobrecalentada. O también calentando un sistema de conducción, un aporte de aire o de gas, tubos, en especial tubos capilares, o cualquier otro sistema de distribución de un líquido de recubrimiento o de partículas disueltas en un disolvente. El calentamiento podría ser necesario si el sistema de distribución se lleva por una zona más fría. Mediante el enfriamiento del sistema de distribución se podría enfriar también el líquido de recubrimiento transportado. Con ello, el líquido que en condiciones normales es fluido podría adoptar un estado viscoso-fluido e impedir el transporte. Un calentamiento del sistema de distribución puede calentar indirectamente también el medio o el líquido de recubrimiento transportado y de este modo influir sobre la temperatura del líquido de recubrimiento. Igualmente es posible una influencia directa sobre la temperatura del líquido de recubrimiento.

Por ejemplo, se puede colocar en el sistema de distribución una espiral de calefacción o un intercambiador de calor o bien ser bañado por el líquido de recubrimiento y de este modo, por ejemplo también mediante control o regulación, encargarse de la regulación de la temperatura al aportar o extraer calor. Es también posible el aporte de calor a través de sistemas de infrarrojos o sistemas inductivos.

En determinadas formas de realización, a diferencia del mantenimiento constante de la temperatura del líquido de recubrimiento, resulta ventajoso proporcionar de manera selectiva distintas temperaturas a diferentes lugares del sistema de distribución. Mientras que en el caso anteriormente descrito lo que interesa es tener el mínimo gradiente posible de temperaturas, en este último caso es deseable un gradiente de temperatura. Esto es ventajoso por ejemplo en

los recubrimientos, especialmente con líquidos de recubrimiento o dispersiones, cuyas partículas se pueden transportar bien cuando van unidas a un disolvente.

Además, en determinadas formas de realización puede resultar ventajoso para el recubrimiento si las partículas se encuentran en forma no disuelta, para lo cual hay que retirar el disolvente. Para la retirada del disolvente pueden recurrirse a un aumento de la temperatura. El aumento de temperatura, por ejemplo en una unidad de pulverización según la invención, en especial en un cuerpo de resonancia o un tubo, hace que el disolvente se volatilice o evapore, de modo que en el cabezal de rociado, en la unidad de pulverización o en el cabezal sónico estén presentes las partículas en forma no disuelta.

Por lo tanto, en esta forma de realización de la invención el líquido de recubrimiento puede transportarse desde un recipiente de reserva hasta una unidad de pulverización a temperaturas que permitan disolver las partículas en el disolvente. Con ello el transporte puede realizarse con mayor facilidad. La temperatura más elevada de la unidad de pulverización permite entonces que el disolvente se evapore en la zona de la unidad de pulverización o en la zona del pulverizador ultrasónico, de modo que las partículas transportadas hasta el pulverizador ultrasónico o el cabezal sónico están presentes en forma no disuelta. De este modo se pueden aplicar mejor.

Para otros casos de aplicación u otros líquidos de recubrimiento o dispersiones pueden resultar ventajosos otros gradientes de temperatura. Estos gradientes de temperatura pueden ajustarse por medio de dispositivos reguladores de la temperatura y mediante un dispositivo de control de la temperatura del proceso que controle las condiciones apropiadas para un proceso de recubrimiento.

Según la invención también puede preferirse influir sobre la temperatura o las características de recubrimiento del líquido de recubrimiento, o la capacidad de expansión de un líquido de recubrimiento o de las gotitas o partículas que forma, adaptando la temperatura de un gas inerte añadido a una corriente de aire. La adaptación puede hacerse de manera directa o indirecta.

Además, según la invención puede preferirse temperar total o parcialmente de manera correspondiente un espacio o una zona alrededor del sustrato o eventualmente de la cámara de recubrimiento. Para ello se puede mezclar una niebla de rociado muy caliente, formada por partículas muy calientes pulverizadas, con un gas inerte enfriado o distribuirlo en una cámara de recubrimiento enfriada de tal manera que se enfríe, con lo cual se mejora por ejemplo la adherencia de las partículas sobre un sustrato.

Con ello se puede influir sobre la temperatura del aire inertizado o del gas inertizado, es decir, de la mezcla de líquido de recubrimiento con gas inerte o aire.

Cuanto más dispositivos de ajuste de la temperatura haya distribuidos por el sistema de distribución del líquido de recubrimiento o del gas inerte, del aire o en la cámara de recubrimiento, con tanta mayor precisión se podrán adaptar los gradientes de temperatura y tanto más flexibles podrán ajustarse las condiciones para un proceso de recubrimiento.

Además es posible, y eventualmente preferible, acoplar los ajustes con un microprocesador y de este modo almacenar determinadas muestras del proceso y coordinar, o especialmente regular, diferentes dispositivos de ajuste de la temperatura.

Para obtener un rociado óptimo para el correspondiente objetivo de utilización, los componentes anteriormente citados que pueden contribuir a la modificación de las características del chorro de rociado se controlen por medio de un microprocesador. Así, se controlan con un microprocesador la corriente volumétrica del líquido de recubrimiento generada por la bomba dosificadora como también la frecuencia de trabajo y el aporte de energía del pulverizador ultrasónico. Este microprocesador se utiliza igualmente para controlar el aporte de energía para acondicionar el chorro de rociado según cantidades. A través del microprocesador se pueden ajustar los distintos factores que pueden influir sobre el rociado dependiendo unos de otros.

Aunque sólo ya con el pulverizador ultrasónico según la invención que se ha descrito anteriormente se puede mejorar de manera esencial el resultado del recubrimiento de un sustrato que hay que recubrir, este resultado, que contemplado en sí mismo ya es satisfactorio, puede mejorarse todavía más manteniendo constantemente durante el proceso de recubrimiento con un soporte de sustrato el sustrato que hay que recubrir en una posición favorable para el revestimiento dentro de la niebla de rociado. Este soporte de sustrato es adecuado preferentemente para someter en la zona de la niebla de rociado generada el sustrato, sujeto por el soporte de sustrato, a tres grados de libertad distintos de movimiento de traslación y tres grados de libertad distintos de movimiento rotatorio. En especial, el sustrato con el soporte de sustrato puede desplazarse en la zona de la niebla de rociado en tres direcciones de coordenadas distintas y girarse alrededor de su propio eje, con lo cual es posible un recubrimiento muy uniforme del sustrato con líquido de recubrimiento.

Según otro aspecto de la presente invención, el resultado del recubrimiento de un sustrato con el dispositivo de pulverización de alta frecuencia según la invención se puede mejorar todavía más haciendo que, a diferencia de los procedimientos de revestimiento conocidos, al finalizar del proceso de recubrimiento no haya que retirar el sustrato del soporte de sustrato para su secado, por ejemplo para endurecerlo en una estufa, sino que el propio dispositivo de pulverización de alta frecuencia comprenda un dispositivo de secado que es adecuado para secar, endurecer o reticular

la capa de niebla de rociado formada sobre el sustrato. Con ayuda de este dispositivo de secado es posible, por ejemplo, ya durante el proceso de recubrimiento y de manera simultánea a la aplicación de la película de recubrimiento sobre el sustrato proceder al secado de éste.

5 Esto puede conseguirse por ejemplo aplicando al sustrato recién recubierto, todavía durante el proceso de recubrimiento, una corriente de calor generada por una fuente de calor. Para ello la fuente de calor puede consistir por ejemplo en una calefacción que por su parte, de manera similar a la unidad de pulverización, esté alojada en una carcasa de calefacción abierta por un lado y que para generar una corriente de aire muy caliente presenta un aporte regulable de gas inerte. El gas inerte introducido en la carcasa de calefacción se calienta en la carcasa de calefacción y sale de ésta a través de una boquilla dispuesta en una abertura de la carcasa de calefacción y con ayuda de esta boquilla se puede llevar selectivamente al sustrato.

10 Otra posibilidad para el secado de la película de recubrimiento formada sobre el sustrato consiste en finalizar completamente el recubrimiento del sustrato y a continuación mover el sustrato completamente recubierto, con el soporte de sustrato, en la zona de la abertura de salida de la boquilla de la carcasa de calefacción, para realizar así después del proceso de recubrimiento el secado o el endurecimiento de la película de recubrimiento.

15 Naturalmente, también es posible en lugar del secado basado en la convección del calor secar la película de recubrimiento formada sobre el sustrato indirectamente mediante irradiación, en especial con rayos infrarrojos. Este secado con radiación térmica puede resultar especialmente ventajoso si la fuente de calor para la generación de la radiación térmica se puede disponer por fuera de la zona del dispositivo de pulverización de alta frecuencia. Así por ejemplo para evitar las corrientes transversales, mediante las cuales por lo general se influye negativamente sobre el rociado, la fuente de calor para generar una radiación térmica se dispone por fuera de la carcasa en la que están dispuestos la unidad de pulverización y el soporte de sustrato posicionable. Esta carcasa protege así el rociado generado por la unidad de pulverización de una influencia negativa por parte de posibles corrientes transversales existentes, de tal manera que el resultado del recubrimiento y su calidad se pueden mejorar todavía más mediante la carcasa, que rodea como mínimo la unidad de pulverización y el soporte de sustrato posicionable.

20 En esta carcasa se puede disponer además, por ejemplo, un dispositivo aspirante que es adecuado para recolectar y aspirar el Overspray, es decir, la cantidad de líquido de recubrimiento pulverizado que se rocía más allá del sustrato que hay que recubrir, de modo que este Overspray no se pierde y puede devolverse, por ejemplo, a la unidad de pulverización para realizar una nueva pulverización. Naturalmente, también este dispositivo aspirante y también el soporte de sustrato pueden controlarse a través del microprocesador ya mencionado, de modo que por ejemplo mediante manipulación de la corriente aspirante y mediante la generación de una baja presión se puede influir adicionalmente sobre las características de rociado del dispositivo de pulverización. Mediante el control del soporte de sustrato por medio del microprocesador es posible mantener siempre el sustrato que hay que recubrir, dependiendo de los restantes parámetros del proceso, en una posición óptima en la zona del chorro de rociado generada.

25 Además, en lugar del procedimiento de secado por calor anteriormente mencionado, se pueden aplicar también la liofilización, el secado al vacío o el secado en corrientes en la corriente de aire o gas mediante los dispositivos de secado adecuados en las disposiciones anteriormente descritas. El experto seleccionará para cada tarea de recubrimiento o de secado el dispositivo de secado adecuado.

30 Siempre y cuando se trate en la presente invención de secado, endurecimiento o reticulación, debe entenderse en general la transición del líquido de recubrimiento desde el estado fluido al estado sólido, aunque pudiendo en cada caso individual el experto que llega al campo de la técnica de revestimientos considerar el significado preciso de este concepto resumido de modo acumulativo.

35 Como líquido de recubrimiento se consideran emulsiones, suspensiones y/o soluciones de sustancias sólidas o líquidas en disolventes adecuados. A modo de ejemplo, con el dispositivo según la invención se pueden pulverizar soluciones, dispersiones o emulsiones de uno o más principios activos o etapas previas de principios activos en disolventes adecuados, pero también principios activos líquidos sin diluir. Además, también se pueden pulverizar soluciones, emulsiones y/o suspensiones o dispersiones de una o más sustancias polímeras o no polímeras, orgánicas o no orgánicas, o mezclas a discreción de las mismas, eventualmente junto con agentes reticulantes, así como compuestos reactivos de varios componentes, estos últimos con la condición de un mecanismo de secado/endurecimiento apropiado o una vida útil suficiente para evitar un endurecimiento dentro del dispositivo de pulverización. Además se prefiere especialmente usar aquellos materiales de recubrimiento preparados a partir de soluciones, dispersiones, suspensiones o emulsiones que contienen partículas, seleccionadas de partículas polímeras, no polímeras, orgánicas o inorgánicas o mezclas de partículas inorgánicas-orgánicas o partículas compuestas, o mezclas a discreción de las mismas. Partículas preferidas son micropartículas y nanopartículas. Ejemplos de partículas polímeras son PMMA, PLA, proteínas, etc., partículas no polímeras como por ejemplo metales, óxidos metálicos, carburos metálicos, nitruros metálicos, oxinitruros metálicos, oxicarburos metálicos, oxicarbonitruros metálicos, hidruros metálicos, alcóxidos metálicos, halogenuros metálicos, sales metálicas inorgánicas u orgánicas, se prefieren además partículas magnéticas, ejemplos de las cuales son -sin excluir otras- hierro, cobalto, níquel, manganeso o mezclas de las mismas, por ejemplo mezclas hierro-platino o como ejemplo de óxidos metálicos magnéticos óxido de hierro y ferrita. Ejemplos de partículas no polímeras son, además, especies de hollín y otras especies de carbono nanomorfos tales como grafito, diamante, nanotubos, fullereno y similares. Se prefieren especialmente además partículas que se preparan a partir de soleno y galeno.

También pueden utilizarse masas fundidas de sustancias de recubrimiento termoplásticas, como p. ej. alquitrán. Además, según la invención se prefiere el uso de sustancias de recubrimiento a base de pinturas y barnices, polímeros orgánicos, duroplásticos y termoplásticos, con componentes de fibra como por ejemplo celulosa, fibras de vidrio, fibras de piedra o fibras de carbono, así como fibras polímeras con aditivos orgánicos e inorgánicos, también catalizadores. 5 Dentro del marco de la presente invención, sustancias de recubrimiento utilizables y apropiadas se revelan en DE 103 24 415 en la sección titulada "Polymerfilme", y se incluyen aquí en su totalidad en la presente memoria.

Bajo el concepto de "principios activos" se entienden según la invención sustancias farmacológicamente activas tales como medicaciones, medicamentos, fármacos, pero también microorganismos, material celular orgánico vivo, 10 enzimas y también sustancias orgánicas e inorgánicas biológicamente compatibles. Con el término "etapas previas de principio activo" se designan sustancias o mezclas de sustancias que después de su aplicación sobre un implante recubierto mediante procesos térmicos, mecánicos, químicos o biológicos, se transforman en los principios activos del tipo anteriormente indicado.

También pueden aplicarse con el dispositivo según la invención principios activos fundidos o principios activos disueltos, suspendidos o dispersos en masas fundidas, así como aquellos que están presentes especialmente en forma de preparación para suspensión, dispersión o emulsión, como por ejemplo principios activos encapsulados en polímeros. En una forma de realización específica, sobre la distribución de la solución de recubrimiento o de los componentes de la solución de recubrimiento, en formas de aplicación especiales también la orientación geométrica, por ejemplo de 20 las partículas con propiedades magnéticas o propiedades conductoras, se influye selectivamente a través del sistema de placas anódicas y polos mediante principios de acción magnética o dieléctrica, produciéndose la realización del sistema de placas anódicas y polos en uno o varios canales y siendo modificable en el sentido espacial.

Además, en una forma de realización preferida, un sistema electrostático o de electrodos con la correspondiente electrónica de control y alimentación de energía puede ser parte integral del dispositivo, con el fin de influir de manera selectiva con campos magnéticos y de ionización variables sobre la distribución, la carga, la orientación y la morfología de soluciones de recubrimiento o sus componentes. 25

El paso por campos eléctricos o magnéticos influye sobre las partículas, en especial las gotitas o partículas que se mueven o vuelan. En formas de realización preferidas según la invención, al atravesar campos eléctricos o magnéticos dispuestos al efecto se cargan eléctricamente o se ionizan o resultan influidas de cualquier otro modo mediante una interacción. Por ejemplo, se puede modificar la orientación de las partículas entre sí. Especialmente en el caso de las partículas que contienen ferrita preferidas especialmente según la invención, el campo magnético provoca una variación de la orientación. 30

Las modificaciones según la invención de la orientación entre sí de partículas que deben aplicarse o la ionización de las partículas o la carga eléctrica provocan que se produzca una distribución especialmente uniforme de una película de recubrimiento o de un líquido de recubrimiento. Las partículas orientadas de esta manera, en especial las nanopartículas, pueden adherirse mejor a un sustrato. Además, debido a la orientación uniforme y a la influencia sobre la morfología, el proceso de secado según la invención se acelera y mejora. 35 40

Por este motivo es una ventaja influir preferentemente según la invención mediante campos eléctricos o magnéticos sobre líquidos de recubrimiento, en especial sobre las gotitas o la niebla de rociado formados por ellos. A este respecto, en el caso de los campos puede tratarse de campos electroestáticos o magnetostáticos o de campos de variante temporal modulados con modelos de frecuencia. 45

El efecto preferido según la invención de los campos eléctricos o magnéticos puede tener lugar durante el vuelo de las partículas o de la niebla de rociado, pero también puede tener lugar durante o después de su deposición sobre el sustrato. El efecto de los campos eléctricos o magnéticos puede producirse de manera simultánea o desplazada en el tiempo. En determinadas formas de realización también resulta especialmente preferido un efecto de canales múltiples, es decir, el producido por varios dispositivos dispuestos según la invención para generar campos eléctricos o magnéticos, que pueden actuar también en distintos planos espaciales. 50

Para ello pueden generarse campos eléctricos por medio de sistemas de electrodos, de ánodos o de placas de polos dispuestos de manera apropiada en el dispositivo según la invención. Pueden alimentarse eventualmente con alta tensión (HV). A través de la forma de los electrodos se puede influir sobre el desarrollo de los campos y la intensidad. 55

Los campos magnéticos se pueden generar, por ejemplo, mediante electroimanes o imanes permanentes dispuestos de manera adecuada en el dispositivo según la invención. También en los campos magnéticos se puede influir sobre la intensidad y el desarrollo del campo a través de la forma de los imanes. 60

Es ventajoso no generar sólo campos electrostáticos o magnetostáticos. El control preferido según la invención y la modulación de los campos con determinadas muestras de frecuencia, o una variación temporal de la intensidad, pueden influir sobre el comportamiento de humectación del líquido de recubrimiento o sobre el modo en que la niebla de rociado se precipita sobre el sustrato. 65

El sistema preferido según la invención para generar un campo magnético continuo o variable en el tiempo consta de un imán, preferentemente un electroimán modulable mediante control por microprocesador de la frecuencia y



las amplitudes, que dispone de zapatas polares dispuestas de manera geoméricamente ventajosa. Además, el total de la disposición mediante control por microprocesador puede variarse espacialmente con respecto al sustrato que hay que recubrir. El sistema para la generación de un campo NF-HF modulable consta en esencia de un control por microprocesador para generar muestras de frecuencia y amplitud y dos o más electrodos que, dependiendo del caso de aplicación, pueden modificarse espacialmente con orientación axial o radial.

Disolventes apropiados para líquidos de recubrimiento en forma de soluciones, suspensiones o emulsiones son, por ejemplo, alcoholes y/o éteres y/o hidrocarburos tales como metanol, etanol, N-propanol, isopropanol, butoxidiglicol, butoxietanol, butoxiisopropanol, butoxipropanol, alcohol n-butílico, alcohol t-butílico, butilenglicol, butilactanol, dietilenglicol, dimetoxidiglicol, éter dimetílico, dipropilenglicol, etoxidiglicol, etoxietanol, etilhexanodiol, glicol, hexanodiol, 1,2,6-hexanotriol, hexilalcohol, hexilenglicol, isobutoxipropanol, isopentildiol, 3-metoxibutanol, metoxidiglicol, metoxietanol, metoxiisopropanol, metoximetilbutanol, metoxi PEG-10, metilal, éter metil-hexílico, metilpropanodiol, neopentilglicol, PEG-4, PEG-6, PEG-7, PEG-8, PEG-9, PEG-6-éter metílico, pentilenglicol, PPG-7, PPG-2-butet-3, éter butílico PPG-2, éter butílico PPG-3, éter metílico PPG-2, éter metílico PPG-3, éter propílico PPG-2, propanodiol, propilenglicol, éter butílico de propilenglicol, éter propílico de propilenglicol, tetrahidrofurano, trimetilhexanol, fenol, benceno, tolueno, xileno; así como también agua, eventualmente en mezcla con adyuvantes de dispersión, así como mezclas de los arriba indicados.

Con el dispositivo según la invención se puede recubrir la superficie que hay que recubrir de manera parcial, esencialmente completa o también varias veces. Un recubrimiento múltiple se realiza mediante el uso múltiple del dispositivo de pulverización en pasos de procedimiento separados, pudiéndose usar eventualmente pasos de secado después de cada proceso de revestimiento.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación, para una mejor comprensión y para explicar más la invención, se describirá con más detalle la presente invención tomando como referencia los dibujos adjuntos. El experto es consciente a este respecto que todas las características descritas a continuación dentro del marco de la presente invención son aplicables y generalizables para todas las formas de realización imaginables y sus combinaciones.

Fig. 1 es un esbozo esquematizado del sistema del dispositivo de pulverización de alta frecuencia;

Fig. 2 muestra un corte a través del cuerpo de resonancia según la invención que se ensancha en forma de trompeta;

Fig. 3 es un esbozo esquematizado del sistema de una forma de realización preferida del dispositivo de pulverización de alta frecuencia según la invención con dispositivos reguladores de la temperatura y dispositivos para la generación de campos eléctricos y magnéticos;

En las figuras las piezas iguales se designan con símbolos de referencia coincidentes.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de realización del dispositivo de pulverización de alta frecuencia según la invención en una representación esquemática. Tal como puede inferirse de la Fig. 1, el dispositivo de pulverización de alta frecuencia allí representado esquemáticamente comprende entre otras una unidad de pulverización 1, que es apropiada para pulverizar el líquido de recubrimiento que se le suministra. La unidad de pulverización 1 puede ser por ejemplo un pulverizador ultrasónico que, por ejemplo, con un elemento piezoeléctrico se pueda excitar para producir oscilaciones de alta frecuencia. A la unidad de pulverización 1 se le puede dotar de una bomba dosificadora de precisión 4 con un líquido de recubrimiento que está previamente guardado en un depósito de reserva 5 para almacenar el líquido de recubrimiento. Tal como puede inferirse de la Fig. 1, el líquido de recubrimiento es bombeado desde el depósito de reserva 1 mediante la bomba de precisión 4 a través de un sistema de tubos hacia la unidad de pulverización 1. La unidad de pulverización 1 excita el líquido de recubrimiento, alimentado de esta manera a la unidad de pulverización 1, para dar oscilaciones de alta frecuencia y mediante la corriente volumétrica continua producida con la bomba dosificadora de precisión 4 lo transporta a través del tubo capilar 17 en dirección al cuerpo de resonancia 2. En lugar de excitar directamente al líquido de recubrimiento mediante la unidad pulverizadora ya al pasar por la misma para que dé oscilaciones, naturalmente también es posible excitar únicamente el cuerpo de resonancia, que por su parte en cuanto que el líquido de recubrimiento alcanza el cuerpo de resonancia lo excita para que dé oscilaciones.

El cuerpo de resonancia 2 incluyendo el tubo capilar 17 se representa a escala aumentada en la Fig. 2. Tal como puede inferirse de la Fig. 2, el tubo capilar 17 se une al cuerpo de resonancia designado con el número de referencia 2 de modo que en la transición entre el final del tubo capilar 17 y la superficie interior 4 del cuerpo de resonancia 2 que se va ensanchando no se produce ninguna discontinuidad o salto. El material de recubrimiento, que con ayuda de la unidad pulverizadora 1 se excita para dar oscilaciones, es conducido a través del tubo capilar 17 hacia el cuerpo de resonancia 2 y a continuación se distribuye en una capa delgada en la superficie interior del cuerno 18, que se ensancha en forma de trompeta, del cuerpo de resonancia 2 y se propaga al disco perforado 22, tal como se indica por medio de la flecha.

El cuerpo de resonancia 2 que por su parte está excitado para producir oscilaciones de alta frecuencia, intensifica las oscilaciones inducidas en el líquido de recubrimiento, con lo cual se forman ondas capilares concéntricas en el líquido de recubrimiento que se distribuye sobre el cuerno 18 que se ensancha en forma de trompeta. A consecuencia

de la inercia de la masa del líquido de recubrimiento excitado para producir ondas capilares, en los vientres de las oscilaciones de las ondas capilares se desprende finísimas gotitas del líquido de recubrimiento, con lo cual se forma una niebla de rociado.

Junto a la ventajosa configuración del cuerpo de resonancia 2 con el cuerno 18 que se ensancha en forma de trompeta, en la Fig. 2 se muestra como comparación, marcada con puntos e indicada con el número de referencia 19, la transición entre la alimentación a la punta pulverizadora y la superficie de la misma conocida de US 4,655,393. Tal como puede inferirse de esto, la transición entre la alimentación y la superficie de la punta pulverizadora presenta una discontinuidad en forma de un borde, lo cual da lugar a que el líquido de recubrimiento no se pueda distribuir uniformemente sobre la superficie de la punta pulverizadora. Esto condiciona a su vez que en la transición acantonada se desprendan gotas gruesas, lo cual conduce al empeoramiento anteriormente explicado del resultado del recubrimiento. Sin embargo, eliminar este peligro de empeoramiento del resultado del recubrimiento debido al desprendimiento de gotas mayores es, entre otros aspectos, el objeto de la presente invención, que entre otros aspectos se consigue mediante la forma de cuerno del cuerpo de resonancia que se ensancha continuamente mostrado en la Fig. 2.

Tal como puede inferirse también de la Fig. 1, la unidad pulverizadora 1 puede estar rodeada por una carcasa 16 abierta por un lado. En la abertura de la carcasa 16 se conecta directamente la boquilla de gas inerte/boquilla de gas/boquilla de aire 3 en forma de un embudo que se ensancha, de modo que entre el plato pulverizador del cuerpo de resonancia 2 y el embudo que se ensancha de la boquilla de gas inerte 3 se forma una ranura anular. La carcasa 16 en la que está dispuesta la unidad pulverizadora 1 es alimentada con una corriente volumétrica de gas inerte regulable que mediante la válvula reguladora 12, que se controla p. ej. con el microprocesador 7, se ajusta cuantitativamente. En el caso preferido, el microprocesador 7 controla igualmente la frecuencia de trabajo de la unidad pulverizadora 1 así como la corriente volumétrica de la bomba dosificadora de precisión 4, que alimenta a la unidad pulverizadora 1 con el medio de recubrimiento procedente del recipiente 5.

El gas inerte que se aplica al espacio interior de la carcasa 16 se extiende por la carcasa 16 y sale por la abertura de la carcasa 16 a través de la ranura anular que se forma entre el plato pulverizador del cuerpo de resonancia 2 y el embudo de la boquilla de gas inerte 3 que se va ensanchando. Con esta salida del gas inerte desde la carcasa 16 se puede modular el rociado de la niebla de rociado que se ha separado del cuerpo de resonancia 2 excitado para producir oscilaciones de alta frecuencia. El rociado se puede modificar de distintas maneras en especial unido a la boquilla de gas inerte 3 y el gas inerte que sale por la hendidura anular. Así por ejemplo, modificando la corriente de gas inerte se puede acelerar la corriente volumétrica del chorro de rociado o modificando el ángulo de abertura del embudo de la boquilla de gas inerte 3 se puede ensanchar o estrechar el chorro de rociado.

Por debajo del cuerpo de resonancia 2 del dispositivo de pulverización de alta frecuencia según la invención, mediante el dispositivo fijador de la pieza de trabajo 9 perteneciente al soporte de sustrato se posiciona el sustrato 14 del soporte de sustrato 8. Tal como se indica mediante las designaciones  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y  $r$ , el soporte de sustrato 8 está en condiciones de someter al sustrato 14 a tres sentidos de movimiento de traslación distintos  $x$ ,  $y$  y  $z$  así como a un movimiento rotatorio  $r$ . De este modo, durante todo el proceso de recubrimiento y mediante el soporte de sustrato 8 siempre puede mantenerse y desplazarse el sustrato 14 en una posición adecuada dentro de la niebla de rociado. Para vigilar la posición actual del sustrato 14 y para modificar la posición del sustrato 14 dentro de la niebla de rociado, el soporte de sustrato 8 se controlará por ejemplo igualmente con el microprocesador 7 con el que se vigilan todos los procesos y parámetros del dispositivo según la invención.

En la zona por debajo del sustrato 14 puede haber dispuesta una aspiración de baja presión 10 regulable para acondicionar más el chorro de rociado, así como para aspirar el Overspray, cuya correspondiente bomba de aspiración se controla igualmente mediante el microprocesador 7.

El dispositivo de pulverización de alta frecuencia según la invención representado en la Fig. 1 puede comprender además un dispositivo de secado 6, p. ej. una fuente de calor, que esté dispuesto para el secado o el endurecimiento del sustrato 14 recién recubierto. El dispositivo de secado 6 comprende por ejemplo una calefacción controlable preferentemente mediante el microprocesador 7, que está alojada en una carcasa 20 abierta por un lado. Al espacio interior de la carcasa 20 abierta por un lado se le aplica, lo mismo que a la carcasa 16 de la unidad pulverizadora 1, una corriente volumétrica de gas inerte regulable, que se regula a través de la válvula reguladora 13. La válvula reguladora 13, por su parte, puede estar regulada por el microprocesador 7 dependiendo de los restantes parámetros del proceso. La corriente volumétrica de gas inerte alimentada a esta carcasa 20 es calentada en la carcasa 20 por la calefacción de la fuente de calor 6 y sale a través de la abertura de la carcasa 20 formada por la boquilla 21. Con la corriente de calor así generada se puede secar el sustrato 14 recién recubierto, aunque deberá moverse desde la posición mostrada en la Fig. 1 en dirección a la fuente de calor 6. Sin embargo, igualmente es posible orientar la boquilla 21 de la fuente de calor 6 de modo que las capas de película recién aplicadas sobre el sustrato 14 se sequen inmediatamente después de su aplicación sobre el sustrato 14, por ejemplo en la posición indicada en la Fig. 1.

Para proteger el proceso de recubrimiento frente a posibles corrientes transversales o contra el polvo, la unidad pulverizadora 1 incluyendo la carcasa 16 que la rodea, el dispositivo de secado 6, la aspiración de baja presión 10 así como naturalmente el propio sustrato 14, se puede disponer en la carcasa 11 que aquí se representa esquemáticamente mediante puntos. Para el caso de que en lugar de un dispositivo de secado 6 basado en una corriente de secado hubiera que utilizar una fuente de calor 6 basada en radiación térmica, un dispositivo de secado 6 de este tipo basado en la radiación térmica puede disponerse naturalmente también por fuera de la carcasa 11 para secar en la carcasa 11

el sustrato recién recubierto. En cualquier caso, al usar el dispositivo de secado 6 no es necesario retirar el sustrato 14 del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 9 del soporte de sustrato 8 para secar el sustrato 14 después del recubrimiento, con lo cual se pueden evitar posibles daños del revestimiento del sustrato 14 todavía sin secar al retirarlo del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 9.

En determinadas formas de realización el dispositivo según la invención puede adaptarse para un recubrimiento plano de sustratos disponiendo a modo de cascada una pluralidad de pulverizadores y transportando a lo largo de ellos los sustratos sobre dispositivos transportadores, o bien transportando a lo largo de los sustratos una cascada de pulverizadores sobre un dispositivo transportador. Dispositivos transportadores adecuados comprenden por ejemplo cintas transportadoras y similares.

La Fig. 3 se basa esencialmente en el dispositivo de pulverización de alta frecuencia de la Fig. 1. A diferencia de la Fig. 1, en la Fig. 3 se representa además adicionalmente un dispositivo controlador de la temperatura del proceso 27 con un primer 23, 25, un segundo 24 y un tercer 26 dispositivo controlador de temperatura conectado. El dispositivo controlador de la temperatura del proceso 27 está unido a un microprocesador 7 y puede recibir de este microprocesador ajustes o datos previos para ajustes de las condiciones para un proceso de recubrimiento. Con ello pueden crearse o compensarse en una unidad pulverizadora 1 gradientes de temperatura de un líquido de recubrimiento en un depósito de reserva 5. El que se desee un gradiente de temperatura o se quiera impedirlo depende del material utilizado como líquido de recubrimiento o de sus características térmicas. Puede influirse así de manera adecuada sobre el comportamiento del líquido de recubrimiento durante el transporte o el rociado.

La temperatura del líquido de recubrimiento en el depósito de reserva 5 se puede ajustar mediante el primer dispositivo controlador de temperatura 23. Este se representa como una espiral de calefacción, lo mismo que el otro primero 25, el segundo 24 y el tercer 26 dispositivo controlador de temperatura. Sin embargo, bajo ese nombre han de entenderse también otras fuentes de calor, tales como radiadores de infrarrojos, intercambiadores de calor, bombas de calor. Además, todos los dispositivos reguladores de temperatura pueden servir también para la eliminación de calor y el enfriamiento, pudiéndose utilizar por ejemplo grupos refrigeradores o ventiladores.

Mientras que en la Fig. 3 se muestran dos primeros dispositivos reguladores de temperatura 23, 25 para influir sobre la temperatura del líquido de recubrimiento, según las necesidades, a lo largo del sistema de distribución del líquido de recubrimiento se puede encontrar un número cualquier de primeros dispositivos reguladores de temperatura. El sistema de distribución comprende esencialmente el depósito de reserva 5, la bomba de precisión 4, la unidad pulverizadora 1 y un sistema de tubos que une el depósito de reserva 5 con la bomba de precisión 4 y la bomba de precisión 4 con la unidad pulverizadora 1. Especialmente se incluyen también el tubo capilar 17 y el cuerpo de resonancia 2. Cada uno de estos elementos del sistema de distribución puede estar provisto por separado de un primer dispositivo regulador de temperatura. La acción de los dispositivos reguladores de temperatura puede producirse directamente, es decir, de manera directa sobre el líquido de recubrimiento. En el depósito de reserva 5 de la Fig. 3 se muestra un ejemplo de una acción directa del primer dispositivo regulador de temperatura 23 sobre el líquido de recubrimiento.

El dispositivo regulador de temperatura, como por ejemplo el primer dispositivo regulador de temperatura 25, actúa indirectamente sobre el tubo entre la bomba de precisión 4 y la unidad pulverizadora 1. Modificando la temperatura del tubo se influye indirectamente sobre la temperatura del líquido de recubrimiento que circula a través del tubo.

Junto a la influencia sobre la temperatura del líquido de recubrimiento a través de los primeros dispositivos reguladores de temperatura 23 y 25, a través del segundo dispositivo regulador de temperatura 24 se puede ajustar la temperatura del gas inerte en la alimentación de gas inerte 31. Ya que mientras que sale de la boquilla de gas inerte 3 y modula el rociado de la niebla de rociado el gas inerte entra en una interacción con la niebla de rociado, también puede adaptarse la temperatura de la niebla de rociado que se ha separado del cuerpo de resonancia.

La temperatura imperante en la cámara de recubrimiento 32 puede influir igualmente sobre el comportamiento de extensión y el comportamiento de recubrimiento de la niebla de rociado sobre el sustrato. Esta temperatura puede determinar también el comportamiento del recubrimiento al secarse el recubrimiento. Además, mediante la temperatura imperante en la cámara de recubrimiento 32 se puede influir sobre el espesor del recubrimiento, especialmente de la película de recubrimiento sobre el sustrato.

En la Fig. 3 se muestra igualmente un dispositivo 29 para generar un campo eléctrico. Éste presenta dos electrodos que van unidos a un generador de alta tensión 28 (HV). Al aplicar una tensión correspondiente, se puede generar entre los electrodos un campo eléctrico en la zona entre la unidad pulverizadora 1 y el soporte de sustrato 9 junto con el sustrato. Para ello, el sustrato y eventualmente también como mínimo una parte del soporte de sustrato 9 se encuentran completamente en el campo eléctrico, de tal manera que el campo actúa sobre la niebla de rociado al adherirse las partículas rociadas sobre el sustrato.

Mientras que en la figura se muestra un montaje de un canal del dispositivo para la generación de un campo eléctrico, también es posible un montaje de varios canales. En el caso de un montaje de varios canales hay previstos varios dispositivos 29 para la generación de un campo eléctrico, cada uno de los cuales se regula por separado del generador HV 28.

## ES 2 299 992 T3

El generador HV 28 tiene una conexión al microprocesador 7, a través de la cual puede ser controlado por el microprocesador. Así, además de los campos eléctricos se pueden realizar también campos eléctricos temporalmente variables con muestras de frecuencia con intensidad variable con el tiempo o con muestras de frecuencia diferentes.

De manera similar al campo eléctrico, con el dispositivo 30 para la generación de un campo magnético entre la unidad pulverizadora 1 y el soporte de sustrato 9 junto con el sustrato, se puede generar un campo magnético. Este puede ser magnetostático, es decir, constante, o variable temporalmente, es decir, variable a lo largo del tiempo. De la modulación se encarga aquí el generador NF/HF, que va unido al microprocesador, del cual el generador NF/HF recibe señales de control.

También para el campo magnético se ha mostrado una construcción de un canal, aunque es posible una construcción de varios canales.

El campo magnético puede generarse por medio de un imán permanente o de un electroimán. En la Fig. 3 se representa un electroimán. Un núcleo en forma de U, por ejemplo un núcleo de ferrita, está rodeado de una bobina eléctrica en el lado inferior, el lado opuesto al cuerpo de resonancia 2. Excitados por el flujo de corriente producido por el generador NF/HF en la bobina, entre las bridas paralelas del núcleo se forman líneas de campo magnético que atraviesan con un campo magnético el espacio entre las bridas. De esta manera, un campo magnético también atraviesa el espacio entre la unidad pulverizadora 1 y el sustrato y eventualmente como mínimo partes del soporte de sustrato 9. Este campo magnético influye sobre la niebla de rociado que se mueve sobre el sustrato.

Tanto el dispositivo 29 para la generación de un campo eléctrico como también el dispositivo 30 para la generación de un campo magnético, al menos partes de ellos, se pueden encontrar tanto dentro de la carcasa 11, o sea en la cámara de recubrimiento 32, como fuera de ella. Eligiendo adecuadamente el material de la carcasa 11, el campo eléctrico y el magnético puede actuar en la carcasa 11, es decir desde fuera en la cámara de recubrimiento 32.

Si tanto el dispositivo 29 para la generación de un campo eléctrico como también el dispositivo 30 para la generación de un campo magnético se encuentran completamente por fuera de la carcasa 11, puede resultar ventajoso en los que respecta al ensuciamiento de estos elementos.

# REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de pulverización de alta frecuencia para la pulverización de un líquido de recubrimiento y para el posterior recubrimiento de un sustrato (14) con

- una unidad pulverizadora (1) excitable para producir oscilaciones de alta frecuencia, que pulveriza en una niebla de rociado el líquido de recubrimiento con la que se alimenta,
- un soporte de sustrato (8, 9) posicionable que mantiene el sustrato (4) que hay que recubrir constantemente en una posición dentro de la niebla de rociado que es favorable para el recubrimiento, con lo cual el sustrato (4) se humedece con la niebla de rociado, y
- como mínimo un dispositivo de secado (6) que seca la capa de niebla de rociado así formada sobre el sustrato (4),

**caracterizado** porque

- la unidad pulverizadora (1) tiene un cuerpo de resonancia (2) en forma de trompeta, estando rodeada la unidad pulverizadora (1) por una carcasa (16) abierta por un lado, estando dispuesto el cuerpo de resonancia (2) en la zona de la abertura de la carcasa;
- la carcasa (16) tiene una alimentación de aire o gas (31) regulable;
- la alimentación de aire o gas (31) está configurada como alimentación de gas inerte (31) para el suministro de gas inerte a la carcasa;
- la abertura de la carcasa (16) tiene una boquilla de gas inerte (3) a través de la cual sale el gas inerte facilitado por medio de la alimentación de gas inerte (31) como medio portante para el acondicionamiento del chorro de rociado de la niebla de rociado.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la unidad pulverizadora (2) puede moverse en relación al sustrato (4).

3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque el dispositivo de pulverización de alta frecuencia comprende un depósito de reserva (5) para almacenar el líquido de recubrimiento.

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el dispositivo de pulverización de alta frecuencia comprende un primer dispositivo regulador de temperatura (23, 25), estando configurado el primer dispositivo regulador de temperatura (23, 25) para adaptar una temperatura del líquido de recubrimiento.

5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el primer dispositivo regulador de temperatura (23) está dispuesto en el depósito de reserva (5).

6. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el primer dispositivo regulador de temperatura (25) está configurado en la unidad pulverizadora (1).

7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el dispositivo de pulverización de alta frecuencia comprende como mínimo un dispositivo (29) para la generación de un campo eléctrico, estando configurado el dispositivo para la generación de un campo eléctrico para generar un campo eléctrico entre la unidad pulverizadora (1) y como mínimo una parte del soporte de sustrato (9).

8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el dispositivo de pulverización de alta frecuencia comprende como mínimo un dispositivo (30) para la generación de un campo magnético, estando configurado el dispositivo para la generación de un campo magnético para generar un campo magnético entre la unidad pulverizadora (1) y como mínimo una parte del soporte de sustrato (9).

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el dispositivo de pulverización de alta frecuencia comprende un segundo dispositivo regulador de temperatura (24), estando configurado el segundo dispositivo regulador de temperatura (24) para adaptar una temperatura del gas inerte.

10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el segundo dispositivo regulador de temperatura (24) está configurado junto y/o en la alimentación de gas inerte (31).

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque la boquilla de gas inerte (3) es regulable para variar en el intervalo entre 0° y 180° el ensanchamiento del chorro de niebla de rociado.

12. Dispositivo según una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** porque el sustrato (4) que hay que recubrir puede posicionarse dentro del chorro de rociado con ayuda del soporte de sustrato (8, 9) posicionable.

13. Dispositivo según la reivindicación 12, **caracterizado** porque el soporte de sustrato (8, 9) es adecuado para dar al sustrato (14) seis grados de libertad de movimiento distintos.

14. Dispositivo según una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** porque el dispositivo de secado (6) comprende una fuente de calor, preferentemente una calefacción, que está alojada en una carcasa de calefacción (20) abierta por un lado, teniendo la carcasa de calefacción (29) para la generación de una corriente de aire muy caliente una alimentación de gas inerte regulable.

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque el dispositivo de secado (6) comprende una fuente de calor infrarrojo.

16. Dispositivo según una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** porque el dispositivo de pulverización de alta frecuencia tiene además un dispositivo aspirador (10) regulable para aspirar el Overspray y para acondicionar más el chorro de rociado.

17. Dispositivo según una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** porque el dispositivo de secado (6), el soporte de sustrato (8), el dispositivo aspirador (10) para aspirar el Overspray, la unidad pulverizadora (1) así como la alimentación de gas inerte para el acondicionamiento del chorro de rociado y para la generación de aire muy caliente para conseguir un resultado de recubrimiento óptimo son controlados por una unidad de control programable.

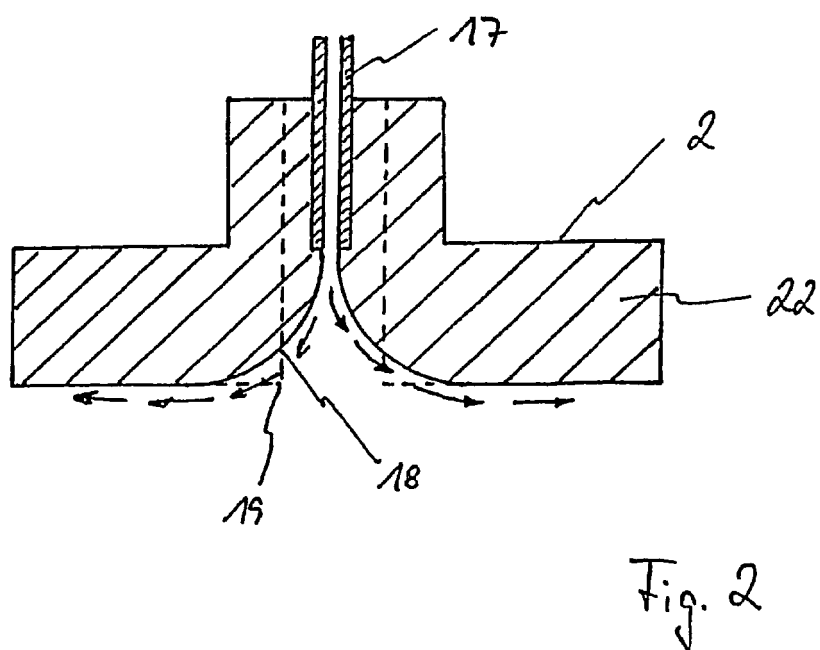
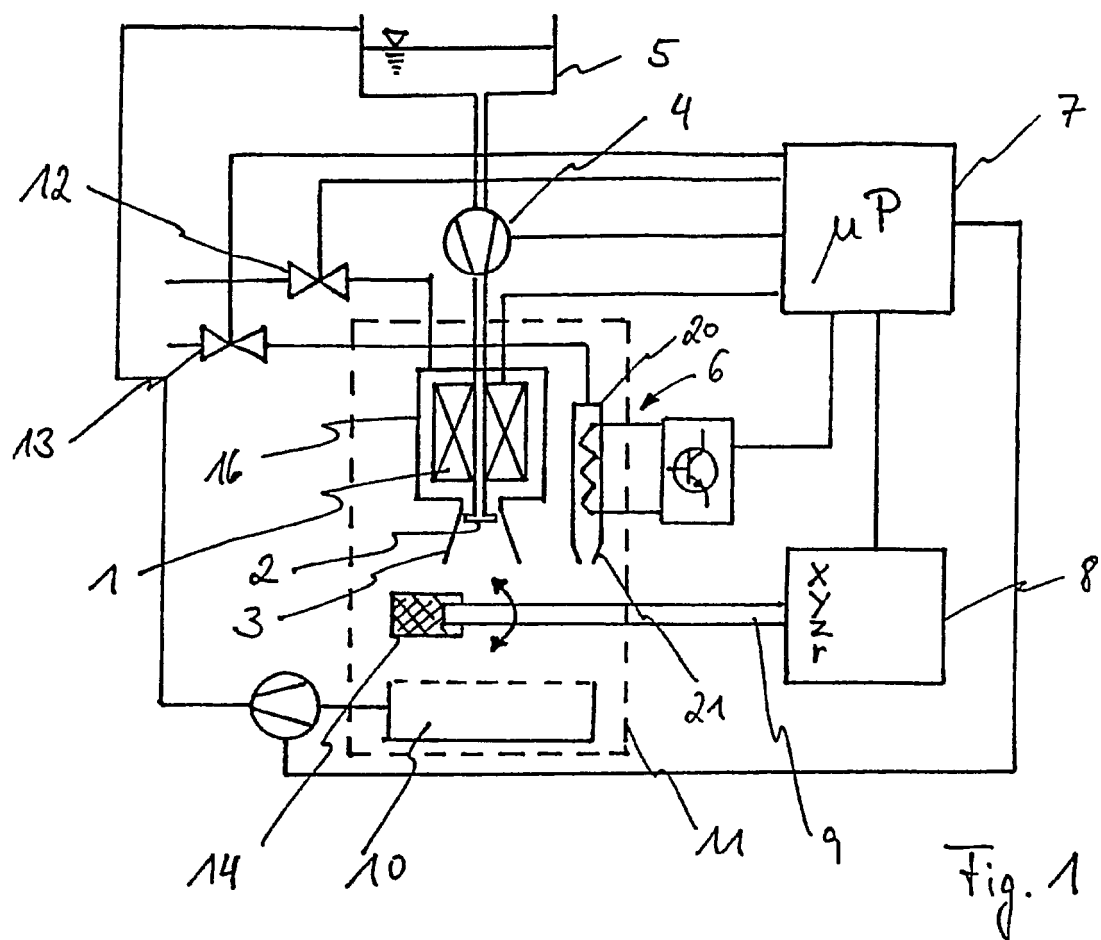
18. Dispositivo según una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** porque como mínimo la unidad pulverizadora (1), el soporte de sustrato (8, 9) posicionable y el dispositivo aspirador (10) están rodeados por una carcasa (11).

19. Dispositivo según la reivindicación 18, **caracterizado** porque adicionalmente el dispositivo de secado (6) está rodeado por la carcasa (11).

20. Dispositivo según las reivindicaciones 18 ó 19, **caracterizado** porque la carcasa (11) forma una cámara de recubrimiento (32), comprendiendo el dispositivo de pulverización de alta frecuencia un tercer dispositivo regulador de temperatura (26), estando configurado el tercer dispositivo regulador de temperatura (26) para adaptar una temperatura de la cámara de recubrimiento (32).

21. Dispositivo según la reivindicación 20, **caracterizado** porque el dispositivo de pulverización de alta frecuencia comprende un dispositivo regulador de temperatura del proceso (27), controlando el dispositivo regulador de temperatura del proceso (27) uno de los primeros (23, 25) a tercer dispositivo regulador de temperatura, de modo que para el proceso de recubrimiento reinan condiciones prefijables.

22. Uso de un dispositivo de pulverización de alta frecuencia según una de las anteriores reivindicaciones para el recubrimiento único o múltiple de sustratos con un recubrimiento homogéneo de 1 nm a 1 mm de grosor.



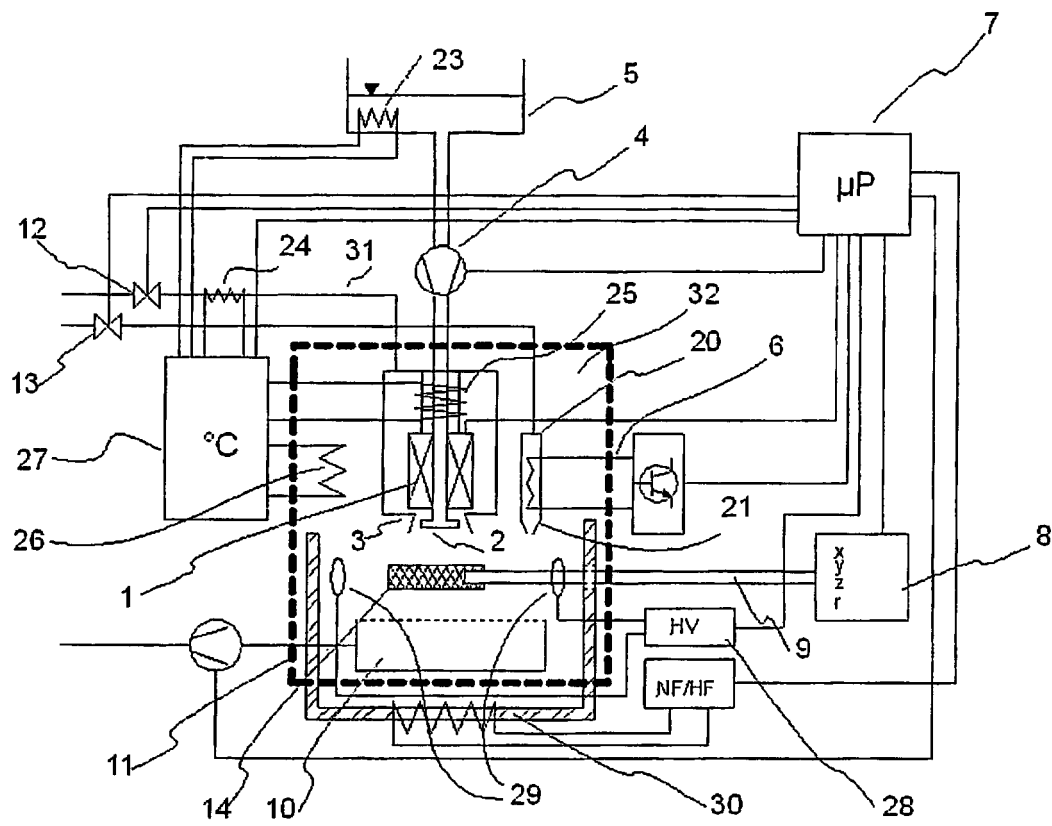


Fig. 3