

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 974**

51 Int. Cl.:

**B05B 12/08** (2006.01)

**B05B 13/04** (2006.01)

**B05D 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.11.2015 PCT/EP2015/002215**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2016 WO16087016**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2015 E 15790035 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3227030**

54 Título: **Procedimiento de recubrimiento e instalación de recubrimiento correspondiente**

30 Prioridad:

**01.12.2014 DE 102014017707**

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

**04.09.2019**

73 Titular/es:

**DÜRR SYSTEMS AG (100.0%)  
Carl-Benz-Straße 34  
74321 Bietigheim-Bissingen, DE**

72 Inventor/es:

**FRITZ, HANS-GEORG;  
WÖHR, BENJAMIN;  
KLEINER, MARCUS;  
BEYL, TIMO y  
BUBEK, MORITZ**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 723 974 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de recubrimiento e instalación de recubrimiento correspondiente.

5 La invención se refiere a un procedimiento de recubrimiento para recubrir componentes, en particular para recubrir componentes de carrocería de automóviles en una instalación de pintura. Además, la invención se refiere a una instalación de recubrimiento correspondiente.

10 En el pintado de componentes de carrocería de automóviles se utilizan como aparato de aplicación en la mayoría de los casos atomizadores rotatorios, que emiten un chorro de medio de recubrimiento con simetría de rotación y por consiguiente generan sobre la superficie de componente un patrón de pulverización con simetría de rotación. A este respecto, la orientación angular de un atomizador rotatorio de este tipo con respecto al eje longitudinal del chorro de medio de recubrimiento no desempeña por regla general ningún papel, dado que el chorro de medio de recubrimiento presenta simetría de rotación. Sin embargo, la posición angular del atomizador rotatorio puede desempeñar excepcionalmente un papel, cuando el chorro de medio de recubrimiento se sopla de manera asimétrica mediante aire de guiado, lo que conduce entonces sobre la superficie de componente a un patrón de pulverización correspondientemente asimétrico. Sin embargo, hasta la fecha todavía no se ha intentado influir de manera dirigida en la posición angular del atomizador rotatorio durante el funcionamiento.

15 Sin embargo, por el estado de la técnica (por ejemplo, el documento DE 10 2013 002 412 A1) se conocen también otros aparatos de aplicación, que aplican un chorro de medio de recubrimiento, que no presenta simetría de rotación y por tanto también genera sobre la superficie de componente un patrón de pulverización, que no presenta simetría de rotación.

20 Esto puede ser problemático, cuando tales aparatos de aplicación se utilizan para recubrir una superficie de componente, aplicando varias bandas de recubrimiento 1 que se encuentran unas al lado de otras sobre la superficie de componente, tal como se representa en la figura 7. A este respecto, las bandas de recubrimiento 1 tienen que limitar directamente entre sí en la medida de lo posible sin huecos y sin solapamientos, dado que el aparato de aplicación emite un patrón de pulverización 2 rectangular, de bordes nítidos. Por tanto, las bandas de recubrimiento 1 presentan un recorrido 3 de banda, que discurre en paralelo entre las bandas de recubrimiento 1 que se encuentran unas al lado de otras, para que las bandas de recubrimiento 1 adyacentes limiten entre sí sin solapamientos y sin huecos. Sin embargo, esto conduce a problemas, cuando el componente que debe recubrirse está limitado por dos cantos de componente 4, 5, que no discurren en paralelo entre sí. Así, la figura 7 muestra un canto de componente recto 4 y un canto de componente curvado 5, adaptándose las bandas de recubrimiento 1 al canto de componente curvado 5, lo que en la zona del otro canto de componente 4 conduce a zonas no recubiertas 6. A este respecto, debe mencionarse que el aparato de aplicación no se gira durante el movimiento a lo largo del recorrido 3 de banda, de modo que el patrón de pulverización 2 con su dirección longitudinal 7 está orientado siempre en perpendicular con el recorrido 3 de banda y con ello en paralelo a la dirección transversal de banda. Esta orientación del patrón de pulverización 2 conduce a una anchura de banda máxima de la banda de recubrimiento 7.

25 El problema de las zonas no recubiertas 6 según la figura 7 puede solucionarse porque las bandas de recubrimiento 1 individuales no discurren exactamente en paralelo entre sí, como se representa en la figura 8, estando dotados los detalles correspondientes en la figura 8 de los mismos números de referencia que en la figura 7. Así, a este respecto, las bandas de recubrimiento 1 inferiores están curvadas y se adaptan al canto de componente inferior 5.

30 Hacia arriba las bandas de recubrimiento 1 se vuelven entonces cada vez más rectas y se adaptan entonces cada vez más al canto de componente superior 4. De esta manera se evitan las zonas no recubiertas 6. Sin embargo, esto conduce a solapamientos entre bandas de recubrimiento 1 adyacentes y de este modo a zonas sobrerrecubiertas 8 con un grosor de capa correspondientemente excesivo, lo que tampoco se desea. A este respecto, tampoco se hace girar el aparato de aplicación durante el movimiento a lo largo del recorrido 3 de banda, de modo que el patrón de pulverización 2 con su dirección longitudinal 7 siempre está orientado en perpendicular con respecto al recorrido 3 de banda y con ello en paralelo a la dirección transversal de banda.

35 Para el antecedente técnico general debe remitirse además al documento DE 10 2011 114 382 A1. Esta publicación da a conocer un procedimiento de recubrimiento, en el que el chorro de pulverización se inclina durante el pintado con respecto a la superficie de componente, con el fin de compensar asimetrías. Sin embargo, esto no es útil en el caso del pintado de bandas, que no son exactamente rectangulares.

40 Para el antecedente técnico general de la invención debe remitirse también al documento JP 3 313 949 B2.

45 Finalmente, el documento DE 10 2010 004 496 A1 da a conocer un procedimiento de recubrimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 o una instalación de recubrimiento según el preámbulo de la reivindicación 10. Sin embargo, este estado de la técnica no posibilita ningún recubrimiento de componentes de carrocería de automóviles con bandas centrales de recubrimiento solapantes.

5 Por tanto, la invención se basa en el objetivo de impedir las zonas no recubiertas 6 y la zona sobrerrecubierta 8 en la superficie de componente, cuando se utiliza un aparato de aplicación, que aplica un chorro de medio de recubrimiento, que no presenta simetría de rotación y por consiguiente genera sobre la superficie de componente un patrón de pulverización alargado con una determinada dirección longitudinal.

Este objetivo se alcanza mediante un procedimiento de recubrimiento según la invención y mediante una instalación de recubrimiento correspondiente según las reivindicaciones dependientes.

10 La invención prevé en primer lugar, coincidiendo con el estado de la técnica, que un aparato de aplicación sea guiado sobre una superficie de componente que debe recubrirse a lo largo de una banda de recubrimiento predeterminada. Durante este movimiento, el aparato de aplicación emite un chorro de medio de recubrimiento sobre la superficie de componente, no presentando el chorro de medio de recubrimiento una simetría de rotación con respecto a su eje de chorro y por tanto genera sobre la superficie de componente un patrón de pulverización  
15 alargado con una determinada dirección longitudinal. Por ejemplo, el patrón de pulverización puede ser aproximadamente rectangular. En el caso de un patrón de pulverización alargado de este tipo, la posición angular del aparato de aplicación con respecto al recorrido de banda no es irrelevante, tal como es el caso en los atomizadores rotatorios.

20 Por tanto, la invención prevé que el aparato de aplicación se haga girar durante el movimiento sobre la superficie de componente alrededor del eje de chorro, de modo que la posición angular de la dirección longitudinal del patrón de pulverización varía con respecto a la dirección transversal de banda o con respecto al recorrido de banda a lo largo de la banda de recubrimiento. De esta manera puede variarse la anchura de la banda de recubrimiento aplicada a lo largo de la banda de recubrimiento.

25 Para alcanzar una anchura de banda máxima, el aparato de aplicación es girado de tal manera que la dirección longitudinal del patrón de pulverización está orientada en perpendicular con respecto al recorrido de banda, dado que el patrón de pulverización pasa entonces por la superficie de componente con su anchura máxima.

30 Por el contrario, con el fin de alcanzar una anchura de banda mínima de la banda de recubrimiento aplicada el aparato de aplicación es girado de tal manera que la dirección longitudinal del patrón de pulverización alargado discorra en paralelo al recorrido de banda, dado que el patrón de pulverización alargado pasa entonces por la superficie de componente con su anchura menor.

35 Por tanto, el giro del aparato de aplicación durante el movimiento del aparato de aplicación a lo largo de la banda de recubrimiento posibilita una adaptación continua de la anchura de la banda de recubrimiento entre un valor máximo y un valor mínimo. A este respecto, el valor máximo de la anchura de banda de la banda de recubrimiento se determina mediante la extensión longitudinal del patrón de pulverización a lo largo de la dirección longitudinal del patrón de pulverización. Por el contrario, el valor mínimo de la anchura de banda de la  
40 banda de recubrimiento se determina mediante la extensión transversal del patrón de pulverización alargado de manera transversal a su dirección longitudinal. Dentro de estos límites, que se determinan mediante el valor máximo y el valor mínimo, puede ajustarse gradualmente la anchura de banda mediante un giro adecuado del aparato de aplicación.

45 El término usado en el marco de la invención de un giro del aparato de aplicación se refiere preferentemente a todo el aparato de aplicación, que se hace girar. De esto debe diferenciarse, por ejemplo, el giro del plato de campana en un atomizador rotatorio convencional. Concretamente, resulta decisivo que el giro del aparato de aplicación conduce también a un giro correspondiente del patrón de pulverización sobre la superficie de componente.

50 A este respecto, debe tenerse en cuenta que el ángulo de torsión del aparato de aplicación con respecto al recorrido de banda también influye sobre el grosor de capa. En el caso de que el aparato de aplicación se haga girar de tal manera que se alcanza la anchura de banda máxima, entonces esto conduce a un grosor de capa mínimo, cuando los demás parámetros de recubrimiento permanecen invariables. Por el contrario, en el caso de  
55 que el aparato de aplicación se haga girar de tal manera que la anchura de banda sea mínima, entonces esto conduce a un grosor de capa máxima, cuando sigue sin influirse en los demás parámetros de recubrimiento. El ángulo de torsión del aparato de aplicación influye también en el grosor de capa resultante, lo que en sí no se desea, dado que el grosor de capa debe ser lo más constante posible.

60 Por tanto, en el marco de la invención se compensa preferentemente esta influencia perturbadora del ángulo de torsión sobre el grosor de capa, para alcanzar un grosor de capa constante. Sin embargo, en función de la tolerancia de grosor de capa admisible no siempre es obligatoriamente necesario compensar las desviaciones de grosor de capa mediante el giro del aplicador.

65 Una posibilidad para la compensación de este efecto perturbador del ángulo de torsión sobre el grosor de capa consiste en variar correspondientemente la velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación a lo largo de

la banda de recubrimiento. En el caso de que el aparato de aplicación se gire de tal manera que se alcancen una anchura de banda máxima de la banda de recubrimiento y un grosor de capa correspondientemente mínimo, entonces se compensa la disminución no deseada del grosor de recubrimiento mediante una ralentización de la velocidad de desplazamiento. Por el contrario, en el caso de que se haga girar el aparato de aplicación de tal manera se alcancen una anchura de banda mínima y un grosor de capa correspondientemente máximo, entonces se compensa la elevación no deseada del grosor de capa mediante un aumento correspondiente de la velocidad de desplazamiento.

Otra posibilidad de compensación de la influencia perturbadora del giro del aparato de aplicación sobre el grosor de capa consiste en adaptar correspondientemente la corriente de medio de recubrimiento. En el caso de que se haga girar el aparato de aplicación de tal manera que la anchura de banda sea máxima y el grosor de capa sea correspondientemente mínimo, entonces puede compensarse la disminución no deseada del grosor de capa mediante una elevación correspondiente de la corriente de masa de recubrimiento (corriente másica o corriente volumétrica). Por el contrario, en el caso de que se haga girar el aparato de aplicación de tal manera que la anchura de banda sea mínima y el grosor de capa sea correspondientemente máximo, entonces puede reducirse al aumento no deseado del grosor de capa reduciendo la corriente de medio de recubrimiento.

La adaptación descrita anteriormente de la velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación en función del ángulo de torsión del aparato de aplicación puede tener lugar en el marco de la invención según la siguiente fórmula:

$$V(\alpha) = V_0 / \cos(\alpha),$$

siendo:

$\alpha$ : ángulo de torsión entre la dirección longitudinal del patrón de pulverización y la dirección transversal de banda,

$V_0$ : velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación, cuando el ángulo de torsión  $\alpha$  entre la dirección longitudinal del patrón de pulverización y la dirección transversal de banda es cero,

$V(\alpha)$ : velocidad de desplazamiento adaptada con el ángulo de torsión  $\alpha$  actual con el fin de alcanzar un grosor de capa lo más constante posible.

Para pintar grandes superficies de componente (por ejemplo, el techo de una carrocería de automóvil), la invención prevé que se aplican varias bandas de recubrimiento que se encuentran unas junto a otras sobre la superficie de componente, debiendo limitar las superficies de componente adyacentes en la medida de lo posible sin huecos y sin solapamientos entre sí, para evitar zonas sobrerrecubiertas y zonas infrarrecubiertas.

Eso es relativamente sencillo en el caso del recubrimiento de superficies de componente rectangulares, dado que entonces pueden aplicarse de manera sencilla bandas de recubrimiento paralelas.

Sin embargo, la invención también es adecuada para el recubrimiento de superficies de componente, que en su totalidad no son exactamente rectangulares, como es el caso en los componentes de carrocería de automóviles en la mayoría de los casos. La invención prevé entonces que las bandas de recubrimiento aplicadas igualmente no sean exactamente rectangulares, para adaptarse a la superficie de componente no rectangular. Esto puede conseguirse en el marco de la invención haciendo girar de manera continua el aparato de aplicación al salir las bandas de recubrimiento individuales, para alcanzar en cada caso la anchura de banda deseada. Es decir, el aparato de aplicación se hace girar al salir las bandas de recubrimiento individuales en cada caso de tal manera que no se produzca ningún solapamiento con bandas de recubrimiento adyacentes o huecos entre las bandas de recubrimiento adyacentes.

En un ejemplo de realización preferido de la invención, el aparato de aplicación es movido por un robot de aplicación multiaxial sobre la superficie de componente. Tales robots de aplicación se conocen del estado de la técnica y por tanto no tienen que describirse más detalladamente. Únicamente debe mencionarse en este punto que el robot de aplicación es preferentemente un robot multiaxial con, por ejemplo, seis o siete ejes y una cinemática en serie, pudiendo estar montado el robot de aplicación opcionalmente de manera estacionaria o de manera desplazable.

El robot de aplicación y el aparato de aplicación se controlan durante el funcionamiento por un control de robot de manera correspondiente a un conjunto de parámetros, pudiendo predeterminar el conjunto de parámetros, por ejemplo, la velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación, la aceleración del aparato de aplicación, el ángulo de torsión del aparato de aplicación, la velocidad de torsión del aparato de aplicación, la corriente de medio de recubrimiento aplicada o la distancia de recubrimiento.

En el marco de la invención existe la posibilidad de que este conjunto de parámetros se varía durante el movimiento a lo largo de la banda de recubrimiento, es decir dentro de una banda de recubrimiento.

5 Estas variaciones del conjunto de parámetros pueden tener lugar, por ejemplo, de manera continua. Sin embargo, alternativamente también existe la posibilidad de que la banda de recubrimiento se divida en varias secciones de banda que se encuentran unas detrás de otras, que salen sucesivamente, manteniéndose constante el conjunto de parámetros para controlar el aparato de aplicación y del robot de aplicación dentro de las secciones de banda individuales en cada caso y variando de una sección de banda a la siguiente.

10 Ya se mencionó anteriormente que puede variarse la anchura de banda de la banda de recubrimiento aplicada, al girar correspondientemente el aparato de aplicación. Por tanto, el ángulo de torsión del aparato de aplicación se calcula en el marco de la invención preferentemente en función de la anchura de banda deseada y de la anchura máxima del patrón de pulverización a lo largo de su dirección longitudinal. Por ejemplo, este cálculo puede tener lugar según la siguiente fórmula:

$$15 \quad \alpha = \arccos (SB2 / SB1),$$

siendo:

20 SB1: anchura del patrón de pulverización a lo largo de la dirección longitudinal del patrón de inyección,

SB2: anchura de banda deseada de la banda de recubrimiento,

25  $\alpha$ : ángulo de torsión entre la dirección longitudinal del patrón de pulverización y la dirección transversal de banda.

Ya se ha mencionado anteriormente que el conjunto de parámetros para controlar el robot de aplicación y del aparato de aplicación puede variarse de una sección de banda a otra sección de banda. Preferentemente, esta variación tiene lugar en una sección de transición.

30 El ángulo de torsión del aparato de aplicación al final de la sección de transición se calcula preferentemente según la siguiente fórmula:

$$35 \quad \alpha_3 = \arccos (SB3 / SB1),$$

siendo:

$\alpha_3$ : ángulo de torsión al final de la sección de transición,

40 SB1: anchura de banda al principio de la sección de transición,

SB3: anchura de banda al final de la sección de transición.

Por el contrario, la velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación al final de la sección de transición se calcula preferentemente según la siguiente fórmula:

$$45 \quad V3 = V1 / \cos (\alpha_3),$$

siendo:

V3: velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación al final de la sección de transición,

50 V1: velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación al principio de la sección de transición,

$\alpha_3$ : ángulo de torsión del aparato de aplicación al final de la sección de transición.

A lo largo de la sección de transición, el aparato de aplicación experimenta entonces una aceleración, que se calcula preferentemente según la siguiente fórmula:

$$55 \quad a_2 = (V3 - V1)^2 / S_2,$$

siendo:

60 a2: aceleración del aparato de aplicación durante la sección de transición,

V3: velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación al final de la sección de transición,

V1: velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación al principio de la sección de transición,

S2: longitud de la sección de transición.

La longitud S2 de sección de la sección de transición se calcula entonces preferentemente según la siguiente fórmula:

$$S2 = [\alpha3 \cdot (V3 - V1)] / \omega2,$$

siendo:

S2: longitud de la sección de transición,  
 $\alpha3$ : ángulo de torsión del aparato de aplicación al final de la sección de transición,  
 V3: velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación al final de la sección de transición,  
 V1: velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación al principio de la sección de transición,  
 $\omega2$ : velocidad de torsión del aparato de aplicación en la sección de transición.

La velocidad de torsión del aparato de aplicación en la sección de transición se calcula entonces preferentemente según la siguiente fórmula:

$$\omega2 = V1 / SB1 \cdot \Delta SD\% \cdot 360^\circ / \pi,$$

siendo:

$\omega2$ : velocidad de torsión del aparato de aplicación en la sección de transición,  
 V1: velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación al principio de la sección de transición,  
 SB1: anchura de banda al principio de la sección de transición,  
 $\Delta SD\%$ : tolerancia de grosor de capa.

Además debe mencionarse que el patrón de pulverización presenta preferentemente cantos vivos, con lo que el aparato de aplicación se diferencia, por ejemplo, de atomizadores rotatorios.

Además, el patrón de pulverización puede ser sustancialmente rectangular. Sin embargo, en el marco de la invención son posibles también otras formas de patrones de pulverización tal como, por ejemplo, patrones de pulverización elípticos.

Con respecto a las bandas de recubrimiento debe mencionarse que estas pueden estar curvadas, para adaptarse a un canto de componente no recto. Además, las bandas de recubrimiento pueden ser, por ejemplo, convexas o cóncavas. Es decir, los bordes laterales de la bandas de recubrimiento no tiene que discurrir en el caso del procedimiento de recubrimiento según la invención en paralelo entre sí, dado que puede influirse en la anchura de banda mediante un giro correspondiente del aparato de aplicación.

Además debe mencionarse que el aparato de aplicación es guiado preferentemente sobre la superficie de componente de tal manera que el chorro de medio de recubrimiento en el punto de incidencia del chorro de medio de recubrimiento esté orientado sustancialmente en perpendicular con respecto a la superficie de componente.

Finalmente debe mencionarse además que la invención también comprende una instalación de recubrimiento correspondiente, tal como resulta ya de la descripción anterior, de modo que puede prescindirse en este punto de una descripción separada de la instalación de recubrimiento.

A este respecto, un control de robot hace girar el aparato de aplicación durante el movimiento a lo largo de la banda de recubrimiento alrededor del eje de chorro, de modo que varía el ángulo de torsión entre la dirección longitudinal del patrón de pulverización y la banda de recubrimiento a lo largo de la banda de recubrimiento.

A este respecto, el término usado en el marco de la invención de un control de robot debe entenderse en general y puede comprender entre otros todos los componentes de hardware y software, que sirven para controlar el aparato de aplicación y el robot de aplicación.

El control de robot puede estar concentrado de manera central en un único grupo constructivo. Sin embargo, alternativamente también es posible distribuir las diferentes funciones del control de robot entre varios grupos constructivos, que se comunican entre sí.

Todas las operaciones control del control de robot se proporcionan de manera preferible automáticamente por una herramienta de software de orden superior. Introduciendo la geometría de componente que debe recubrirse y ciertos parámetros (por ejemplo, velocidad de desplazamiento admisible mínima o máxima, tolerancia de grosor

de capa que debe respetarse, ángulo de torsión admisible máximo del aplicador, etc.), la herramienta de software calcula de manera autónoma, basándose en los cálculos matemáticos descritos, el recorrido de banda óptimo con ángulos de torsión correspondientes y la orientación adecuada del aparato de aplicación.

5 Otros perfeccionamientos ventajosos de la invención se identifican en las reivindicaciones dependientes o se explican más detalladamente a continuación junto con la descripción de los ejemplos de realización preferidos de la invención mediante las figuras. Muestran:

- 10 la figura 1, una vista en planta de un techo de una carrocería de automóvil, debiendo pintarse el techo,
- la figura 2, una representación esquemática de bandas de pintado adyacentes para pintar el techo de la carrocería de automóvil según la figura 1 en la zona inferior de la figura 1,
- 15 la figura 3, una modificación de la figura 2,
- la figura 4, una representación esquemática de una sección de transición de una banda de pintado,
- la figura 5, una modificación de la figura 4,
- 20 la figura 6, una representación esquemática de una instalación de pintura según la invención,
- la figura 7, una representación esquemática para el pintado con bandas de pintado paralelas según el estado de la técnica, lo que conduce a zonas no recubiertas, así como
- 25 la figura 8, una representación esquemática de bandas de pintado que se encuentran unas junto a otras con solapamientos entre las bandas de pintado adyacentes según el estado de la técnica.

30 En la siguiente descripción de la invención, para evitar repeticiones se hace referencia a las figuras 7 y 8, que muestran procedimientos de recubrimiento convencionales. Por tanto, en lo sucesivo se usan para detalles correspondientes los mismos números de referencia.

35 Las figuras 1 y 2 muestran una representación esquemática para pintar un techo 9 de una carrocería de automóvil por medio de un aparato de aplicación, que genera un patrón de pulverización 2 aproximadamente rectangular, tal como se representa en la figura 2.

40 El pintado del techo 9 es problemático, porque el techo 9 no es rectangular, sino que presenta cantos laterales curvados 10. Es decir, no es posible pintar el techo 9 de manera sencilla con bandas de recubrimiento 1 paralelas, dado que esto conduciría a zonas no recubiertas 6 (véase la figura 7) o a zonas sobrerrecubiertas 8 (véase la figura 8).

45 Por tanto, la invención prevé que se haga girar el aparato de aplicación a lo largo del recorrido 3 de banda, concretamente alrededor del eje de chorro del chorro de medio de recubrimiento aplicado, con lo que el patrón de pulverización 2 gira de manera correspondiente. Así, la figura 2 muestra en cada caso un ángulo de torsión  $\alpha$  entre la dirección longitudinal 11 del patrón de pulverización 2 alargado por un lado y una dirección transversal de banda 12 por otro lado, estando orientada la dirección transversal de banda en cada caso en perpendicular con respecto al recorrido 3 de banda. A partir de la figura 2 resulta evidente que se varía el ángulo de torsión  $\alpha$  del patrón de pulverización 2 a lo largo del recorrido 3 de banda, para adaptar la anchura de banda de tal manera que las bandas de recubrimiento 1 limiten sin huecos y sin solapamientos entre sí y a este respecto se adapten a los cantos de componente 10.

50 La figura 3 muestra una modificación de la figura 2 con otra adaptación del ángulo de torsión  $\alpha$  a lo largo del recorrido 3 de banda. Sin embargo, también a este respecto se pinta todo el techo 9 sin solapamientos y sin huecos entre las bandas de recubrimiento 1 adyacentes.

55 La figura 4 muestra una representación esquemática en la transición de una sección de banda 13 con una anchura de banda máxima SB1 a una sección de banda 14 con una anchura de banda sustancialmente menor SB3.

60 A este respecto, entre las dos secciones de banda 13, 14 se encuentra una sección de transición 15 con una anchura de banda SB2, que partiendo de un valor SB2 = SB1 al principio de la sección de banda 15 se adapta a un valor SB2 = SB3 al final de la sección de transición 15. Para esta adaptación de la anchura de banda SB2 se hace girar en cada caso el patrón de pulverización 2, tal como se representa en la figura 4, representándose diferentes estados de ángulo de torsión a lo largo del recorrido de banda 3.

65 En la sección de transición 15 tiene lugar no solo una variación del ángulo de torsión  $\alpha_2 = \alpha_1 = 0^\circ$  a  $\alpha_2 = \alpha_3$ . Además, en la sección de transición 15 se adapta también la velocidad de desplazamiento del aparato de

aplicación a lo largo del recorrido 3 de banda. De este modo se consigue que el grosor de capa no se vea influido por la variación del ángulo de torsión  $\alpha$  entre la sección de banda 13 y la sección de banda 14. Así, la velocidad de desplazamiento  $V_3$  en la sección de banda 14 es calculada en función de la velocidad de desplazamiento  $V_1$  en la sección de banda 13 y del ángulo de torsión  $\alpha_3$  en la sección de banda 14 según la siguiente fórmula:

$$V_3 = V_1 / \cos(\alpha_3).$$

Es decir, en la sección de transición 15 el aparato de aplicación experimenta una aceleración  $a_2$ , que se calcula tal como sigue:

$$a_2 = (V_3 - V_1)^2 / S_2,$$

siendo  $S_2$  la longitud de la sección de transición 15 a lo largo del recorrido 3 de banda.

En la sección de transición 15 se hace girar el aparato de aplicación y con ello también el patrón de pulverización 2 con una velocidad de torsión  $\omega_2$ , que depende de la tolerancia  $\Delta SD\%$  de grosor de capa, de la velocidad de desplazamiento  $V_1$  en la sección de banda 15 y de la anchura de banda  $SB_1$  en la sección de banda 13 y puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$\omega_2 = V_1 / SB_1 \cdot \Delta SD\% \cdot 360^\circ / \pi.$$

La figura 5 muestra una modificación de la figura 4, de modo que para evitar repeticiones se remite a la descripción anterior. A este respecto, una particularidad consiste en que el recorrido 3 de banda no es exactamente lineal, sino que en la sección de transición 15 experimenta un desplazamiento lateral.

Finalmente, la figura 6 muestra en una forma esquemática, simplificada, una instalación de pintura según la invención para llevar a cabo el procedimiento de pintado según la invención descrito anteriormente.

La instalación de pintura está compuesta sustancialmente por un robot 16 de pintado multiaxial, que puede estar realizado de manera convencional y por tanto no tiene que describirse más detalladamente.

El robot 16 de pintado es controlado por el control 17 de robot, controlando el control 17 de robot también un aparato de aplicación 18, que se sitúa delante del robot 16 de pintado. El control 17 de robot controla el robot 16 de pintado ahora de tal manera que el aparato de aplicación 18 es guiado en unas bandas de recubrimiento que se encuentran unas al lado de otras sobre una superficie de componente que debe pintarse 19, tal como ya se ha descrito en detalle anteriormente.

Durante este movimiento del aparato de aplicación 18, el control 17 de robot controla el robot 16 de pintado de tal manera que el aparato de aplicación 18 puede hacerse girar alrededor de un eje de chorro 20 del chorro de medio de recubrimiento, para poder adaptar la anchura de banda de la banda de recubrimiento aplicada, tal como ya se ha descrito en detalle anteriormente.

La invención no se limita a los ejemplos de realización preferidos descritos anteriormente. Más bien es posible un gran número de variantes y modificaciones, que hacen uso igualmente del concepto inventivo y por tanto se encuentran dentro del alcance de protección. En particular, la invención reivindica también la protección del objeto y las características de las reivindicaciones dependientes independientemente de las reivindicaciones a las que se haga referencia y en particular sin la parte caracterizadora de la reivindicación principal.

**Lista de números de referencia:**

- 50 1 bandas de recubrimiento
- 2 patrón de pulverización
- 3 recorrido de banda
- 4 canto de componente
- 55 5 canto de componente
- 6 zona no recubierta de la superficie de componente
- 7 dirección longitudinal del patrón de pulverización
- 8 zona sobrerrecubierta
- 9 techo de una carrocería de automóvil
- 60 10 canto lateral del techo
- 11 dirección longitudinal del patrón de pulverización alargado
- 12 dirección transversal de banda
- 13 sección de banda con anchura de banda máxima
- 14 sección de banda con anchura de banda reducida
- 65 15 sección de transición

- 16 robot de pintado
- 17 control de robot
- 18 aparato de aplicación
- 19 superficie de componente
- 5 20 eje de chorro del chorro de medio de recubrimiento
- $\alpha$  ángulo de torsión entre la dirección longitudinal del patrón de pulverización y la dirección transversal de banda
- $\alpha_1$  ángulo de torsión en la sección de banda 13
- $\alpha_2$  ángulo de torsión en la sección de banda 15
- $\alpha_3$  ángulo de torsión en la sección de banda 14
- 10  $\omega$  velocidad de torsión del aparato de aplicación
- $v$  velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación
- SB1 anchura de banda máxima en la sección de banda 13
- SB2 anchura de banda en la sección de banda 15
- SB3 anchura de banda reducida en la sección de banda 14
- 15

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de recubrimiento para recubrir componentes, en particular para recubrir componentes de carrocería de automóviles en una instalación de pintura, con las siguientes etapas:

- a) mover un aparato de aplicación (18) sobre una superficie de componente (9, 19) que debe recubrirse a lo largo de una banda de recubrimiento (1) predeterminada,
- b) aplicar un chorro de medio de recubrimiento (20) por medio del aparato de aplicación (18) sobre la superficie de componente (9, 19),
  - b1) siendo el chorro de medio de recubrimiento (20) aplicado mientras el aparato de aplicación (18) es movido sobre la superficie de componente (9, 19) y
  - b2) no presentando el chorro de medio de recubrimiento (20) con respecto a su eje de chorro (20) simetría de rotación y por tanto, generando sobre la superficie de componente (9, 19) un patrón de pulverización (2) alargado con una determinada dirección (7) longitudinal,
- c) hacer girar el aparato de aplicación (18) alrededor del eje de chorro (20) con respecto a la banda de recubrimiento (1) durante el movimiento del aparato de aplicación (18), de modo que varíe la posición angular ( $\alpha$ ) de la dirección (7) longitudinal del patrón de pulverización (2) a lo largo de la banda de recubrimiento (1) con respecto a la dirección transversal de banda,

caracterizado por que

- d) la superficie de componente (9, 19) que debe recubrirse no es exactamente rectangular en su totalidad,
- e) el medio de recubrimiento es aplicado a lo largo de varias bandas de recubrimiento (1) que se encuentran unas al lado de otras sobre la superficie de componente (9, 19),
- f) las bandas de recubrimiento (1) individuales no son exactamente rectangulares, con el fin de adaptarse a la superficie de componente no rectangular (9, 19), y
- g) durante el movimiento a lo largo de las bandas de recubrimiento (1) no exactamente rectangulares, el aparato de aplicación (18) es girado alrededor del eje de chorro (20), con el fin de hacer girar el patrón de pulverización (2) alargado de tal manera que se alcance la anchura (SB1, SB2, SB3) de banda deseada.

2. Procedimiento de recubrimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que

- a) el aparato de aplicación (18) es girado alrededor del eje de chorro (20) con un determinado ángulo de torsión ( $\alpha$ ) entre la dirección (7) longitudinal del patrón de pulverización (2) y la dirección transversal de banda, con el fin de alcanzar una anchura (SB1, SB2, SB3) de banda deseada,
- b) el aparato de aplicación (18) es movido con una determinada velocidad de desplazamiento a lo largo de la banda de recubrimiento (1), y
- c) el aparato de aplicación (18) aplica el medio de recubrimiento con una determinada corriente de medio de recubrimiento, y
- d) la velocidad de desplazamiento y/o la corriente de medio de recubrimiento se adapta en función del ángulo de torsión ( $\alpha$ ), con el fin de compensar el efecto del giro sobre el grosor de capa.

3. Procedimiento de recubrimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que la adaptación de la velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación (18) en función del ángulo de torsión ( $\alpha$ ) del aparato de aplicación (18) tiene lugar según la siguiente fórmula:

$$V(\alpha) = V0 / \cos(\alpha)$$

siendo:

- V0: velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación (18), cuando el ángulo de torsión ( $\alpha$ ) entre la dirección (7) longitudinal del patrón de pulverización (2) y la dirección transversal de banda es cero,
- $\alpha$ : ángulo de torsión ( $\alpha$ ) entre la dirección (7) longitudinal del patrón de pulverización (2) y la dirección transversal de banda,

$V(\alpha)$ : velocidad de desplazamiento adaptada con el ángulo de torsión ( $\alpha$ ) actual.

- 5 4. Procedimiento de recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que
- 10 a) el aparato de aplicación (18) es movido por un robot de aplicación multiaxial sobre la superficie de componente (9, 19),
- b) el funcionamiento del aparato de aplicación (18) y del robot (16) de aplicación es controlado por un conjunto de parámetros,
- c) el conjunto de parámetros es variado durante el movimiento a lo largo de la banda de recubrimiento (1).

15 5. Procedimiento de recubrimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que el conjunto de parámetros comprende por lo menos uno de entre los siguientes parámetros para controlar el aparato de aplicación y del robot de aplicación:

- 20 a) velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación (18) a lo largo de la banda de recubrimiento (1),
- b) aceleración del aparato de aplicación (18) a lo largo de la banda de recubrimiento (1),
- c) ángulo de torsión ( $\alpha$ ) del aparato de aplicación (18) entre la dirección (7) longitudinal del patrón de pulverización (2) y la dirección transversal de banda,
- 25 d) velocidad de torsión ( $\omega$ ) del aparato de aplicación (18),
- e) corriente de medio de recubrimiento, que es aplicada,
- f) distancia de recubrimiento entre el aparato de aplicación (18) y la superficie de componente (9, 19).

30 6. Procedimiento de recubrimiento según la reivindicación 4 o 5, caracterizado por que

- 35 a) el conjunto de parámetros para controlar el aparato de aplicación (18) y del robot (16) de aplicación es variado de manera continua a lo largo de la banda de recubrimiento (1), o
- b) la banda de recubrimiento (1) está dividida en varias secciones de banda que se encuentran unas detrás de otras y el conjunto de parámetros para controlar el aparato de aplicación (18) y del robot (16) de aplicación se mantiene constante dentro de las secciones de banda individuales y es variado entre las secciones de banda.

40 7. Procedimiento de recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por las siguientes etapas con un patrón de pulverización (2), que presenta una determinada anchura de pulverización (SB1) en la dirección longitudinal (7):

- 45 a) predeterminar una anchura de banda (SB2) deseada de la banda de recubrimiento (1),
- b) hacer girar el aparato de aplicación (18) alrededor del eje de chorro (20), de modo que la dirección longitudinal (7) del patrón de pulverización (2) esté angulada con un ángulo de torsión ( $\alpha$ ) con respecto a la dirección transversal de banda,
- 50 c) calcular el ángulo de torsión ( $\alpha$ ) en función de la anchura de banda (SB2) deseada y la anchura de pulverización (SB1), en particular según la siguiente fórmula:

$$\alpha = \arccos (SB2 / SB1),$$

55 siendo:

60 SB1: anchura del patrón de pulverización (2) a lo largo de la dirección longitudinal (7) del patrón de pulverización (2),

SB2: anchura de banda deseada de la banda de recubrimiento (1),

65  $\alpha$ : ángulo de torsión entre la dirección longitudinal (7) del patrón de pulverización (2) y la dirección transversal de banda.

8. Procedimiento de recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que

a) la banda de recubrimiento (1) para la adaptación de la anchura de banda presenta una sección de transición (15) con una longitud S2 de sección,

b) al principio de la sección de transición (15), la anchura de banda asciende a SB1, la velocidad de desplazamiento a V1 y el ángulo de torsión a  $\alpha_1$ ,

c) dentro de la sección de transición (15), la anchura de banda asciende a SB2, la velocidad de desplazamiento a V2, la aceleración a a2, el ángulo de torsión a  $\alpha_2$  y la velocidad de torsión a  $\omega_2$ ,

d) al final de la sección de transición (15), la anchura de banda asciende a SB3, la velocidad de desplazamiento a V3 y el ángulo de torsión a  $\alpha_3$ ,

e) el ángulo de torsión  $\alpha_3$  al final de la sección de transición (15) es calculado en función de las siguientes variables:

- anchura de banda SB1 al principio de la sección de transición (15),
- anchura de banda SB3 al final de la sección de transición (15), en particular según la siguiente fórmula:

$$\alpha_3 = \arccos (SB3 / SB1)$$

f) la velocidad de desplazamiento V3 al final de la sección de transición (15) es calculada en función de las siguientes variables:

- se calcula el ángulo de torsión  $\alpha_3$  al final de la sección de transición (15),
- velocidad de desplazamiento V1 al principio de la sección de transición (15), en particular según la siguiente fórmula:

$$V3 = V1 / \cos (\alpha_3)$$

g) la aceleración a2 dentro de la sección de transición (15) es calculada en función de las siguientes variables:

- velocidad de desplazamiento V1 al principio de la sección de transición (15),
- velocidad de desplazamiento V3 al final de la sección de transición (15),
- longitud S2 de sección de la sección de transición (15), en particular según la siguiente fórmula:

$$a2 = (V3 - V1)^2 / S2$$

h) la longitud S2 de sección de la sección de transición (15) es calculada en función de las siguientes variables:

- ángulo de torsión  $\alpha_3$  al final de la sección de transición (15),
- velocidad de desplazamiento V1 al principio de la sección de transición (15),
- velocidad de desplazamiento V3 al final de la sección de transición (15),
- velocidad de torsión  $\omega_2$  en la sección de transición (15), en particular según la siguiente fórmula:

$$S2 = [\alpha_3 \cdot (V3 - V1)] / \omega_2$$

i) la velocidad de torsión  $\omega_2$  en la sección de transición (15) es calculada en función de las siguientes variables:

- velocidad de desplazamiento V1 al principio de la sección de transición (15),
- tolerancia  $\Delta SD\%$  de grosor de capa porcentual,
- anchura de banda SB1 al principio de la sección de transición (15), en particular según la siguiente fórmula:

$$\omega_2 = V1 / SB1 * \Delta SD\% * (360^\circ) / \pi.$$

9. Procedimiento de recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que
- 5 a) el aparato de aplicación (18) es girado de manera continua durante el movimiento a lo largo de la banda de recubrimiento (1), y
- b) el patrón de pulverización (2) presenta cantos vivos, y
- 10 c) el patrón de pulverización (2) es sustancialmente rectangular, y
- d) el aparato de aplicación (18) es guiado sobre la superficie de componente (9, 19) de tal manera que el chorro de medio de recubrimiento (20) en el punto de incidencia del chorro de medio de recubrimiento (20) esté orientado sustancialmente en perpendicular con respecto a la superficie de componente (9, 19).
- 15 10. Instalación de recubrimiento, en particular para llevar a cabo el procedimiento de recubrimiento según una de las reivindicaciones anteriores, con
- a) un aparato de aplicación (18) para aplicar un chorro de medio de recubrimiento (20) sobre una superficie de componente (9, 19), no presentando el chorro de medio de recubrimiento (20) simetría de rotación con respecto a su eje de chorro (20), y generando por tanto sobre la superficie de componente (9, 19) un patrón de pulverización (2) alargado con una determinada dirección longitudinal (7),
- 20 b) un robot (16) de aplicación para el guiado del aparato de aplicación (18) a lo largo de una banda de medio de recubrimiento predeterminada sobre la superficie de componente (9, 19), y
- 25 c) un control (17) de robot para controlar el robot (16) de aplicación,
- d) haciendo girar el control (17) de robot el aparato de aplicación (18) durante el movimiento a lo largo de la banda de recubrimiento (1) alrededor del eje de chorro (20), de modo que el ángulo de torsión ( $\alpha$ ) varíe entre la dirección longitudinal (7) del patrón de pulverización (2) y la banda de recubrimiento (1) a lo largo de la banda de recubrimiento (1),
- 30
- caracterizada por que
- 35 e) la superficie de componente que debe recubrirse (9, 19) no es exactamente rectangular en su totalidad,
- f) el control (17) de robot controla el robot (16) de aplicación de tal manera
- 40 f1) que el medio de recubrimiento es aplicado a lo largo de varias bandas de recubrimiento (1) que se encuentran unas al lado de otras sobre la superficie de componente (9, 19),
- f2) las bandas de recubrimiento (1) individuales no son exactamente rectangulares, con el fin de adaptarse a la superficie de componente no rectangular (9, 19), y
- 45 f3) el aparato de aplicación (18) es girado durante el movimiento a lo largo de las bandas de recubrimiento (1) no exactamente rectangulares alrededor del eje de chorro (20), con el fin de hacer girar el patrón de pulverización (2) alargado de tal manera que se alcance la anchura (SB1, SB2, SB3) de banda deseada.
- 50 11. Instalación de recubrimiento según la reivindicación 10, caracterizada por que
- a) el control (17) de robot controla el robot de aplicación de tal manera que el aparato de aplicación (18) sea movido con una determinada velocidad de desplazamiento a lo largo de la banda de recubrimiento (1) sobre la superficie de componente (9, 19), y
- 55 b) el control (17) de robot adapta la velocidad de desplazamiento del aparato de aplicación (18) en función del ángulo de torsión ( $\alpha$ ) entre la dirección (7) longitudinal del patrón de pulverización (2) y la dirección transversal de banda.

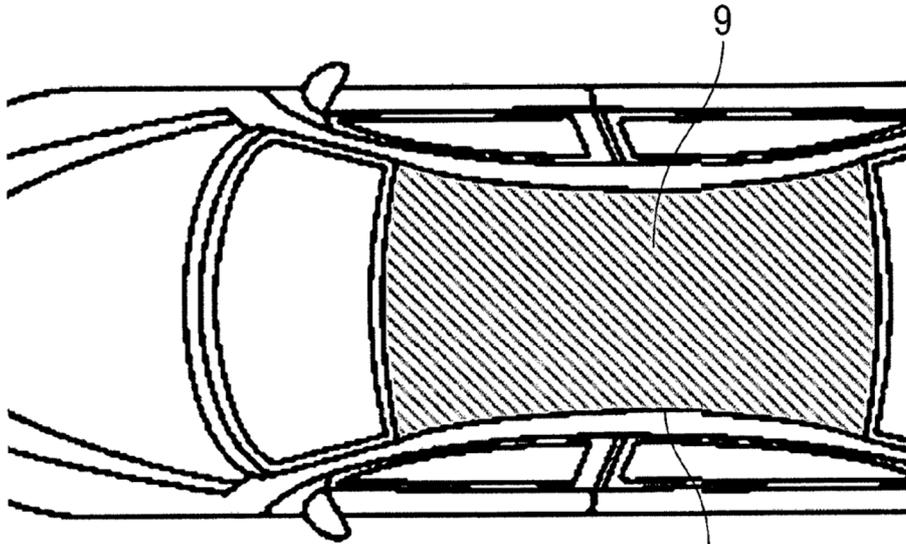


Fig. 1

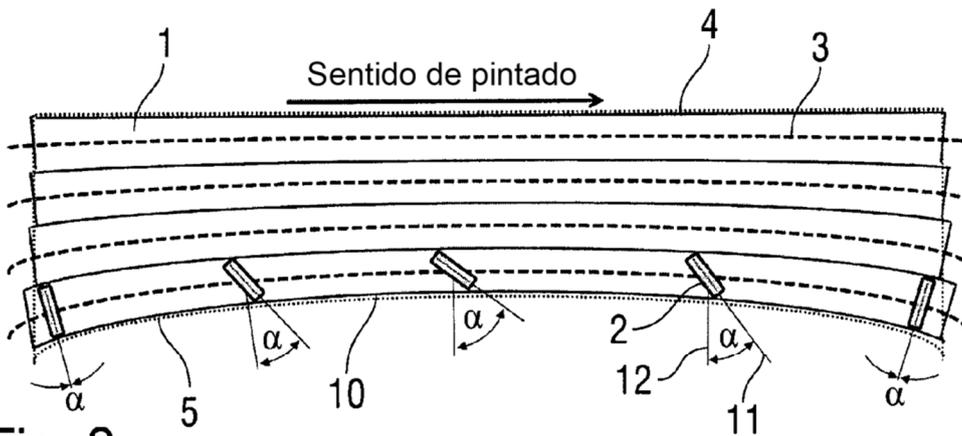


Fig. 2

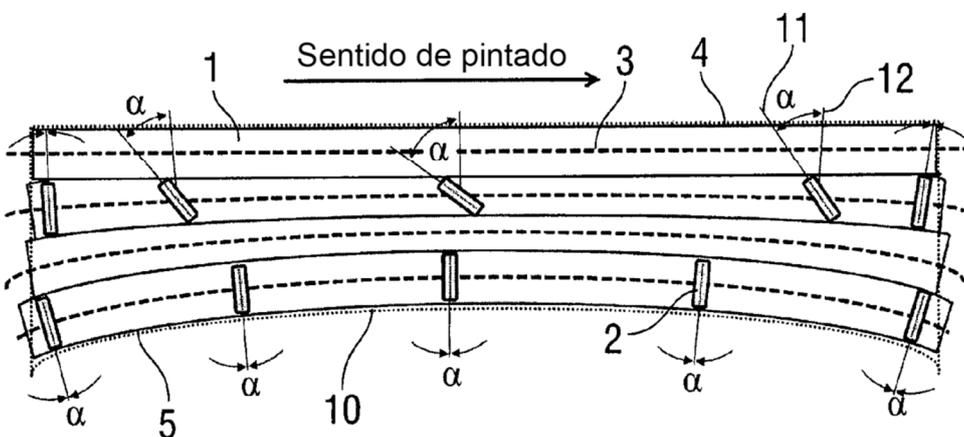


Fig. 3

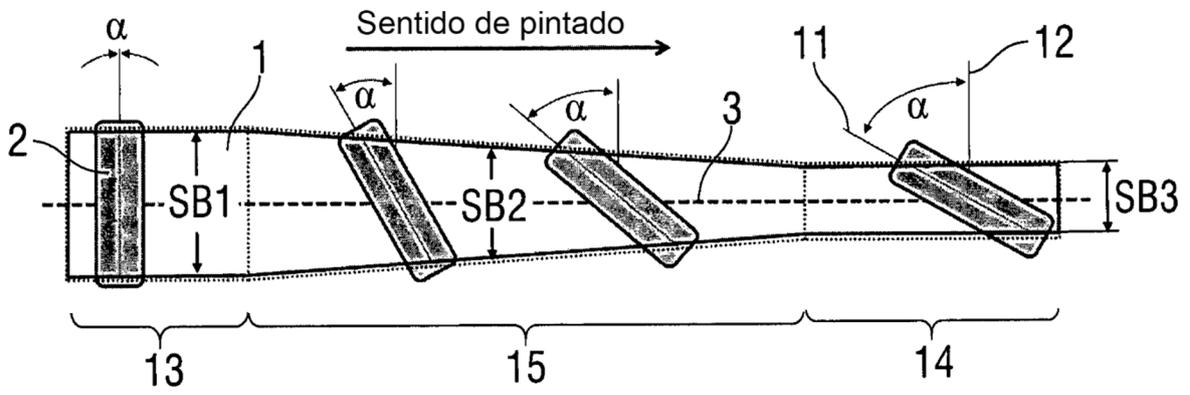


Fig. 4

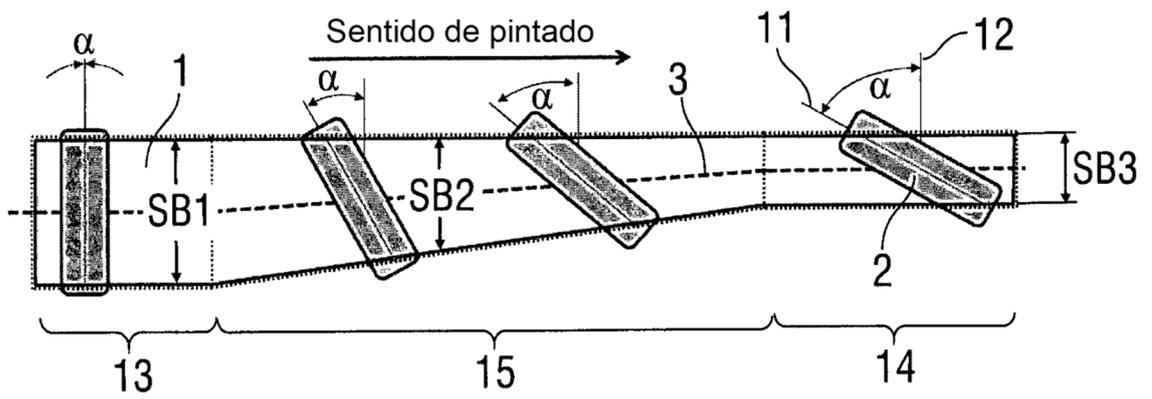


Fig. 5

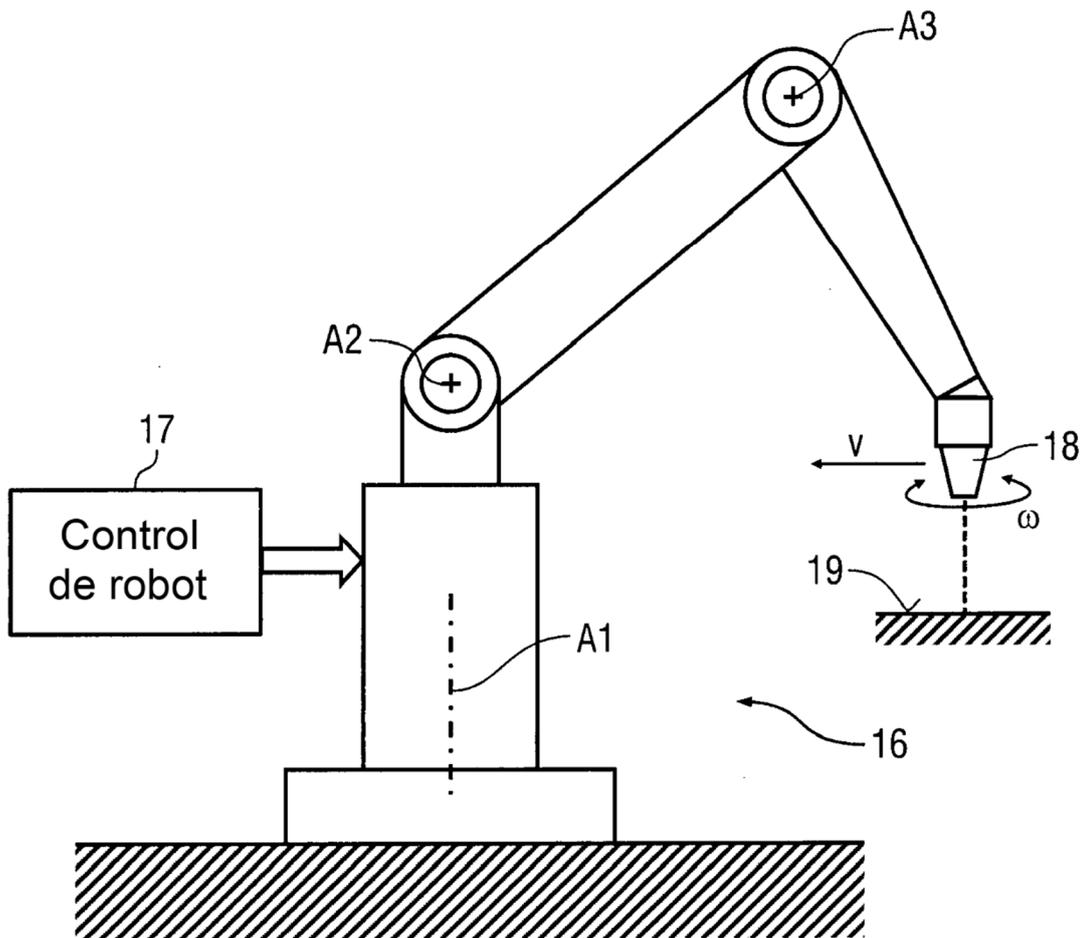
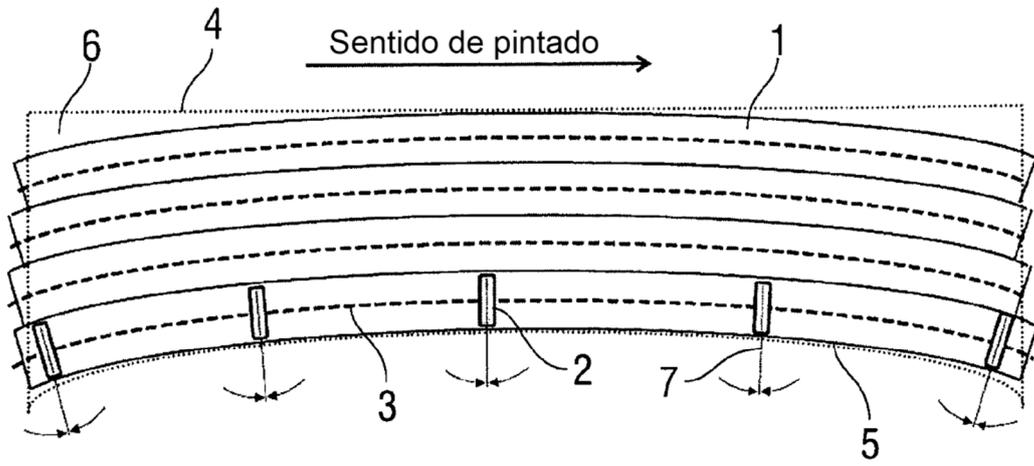
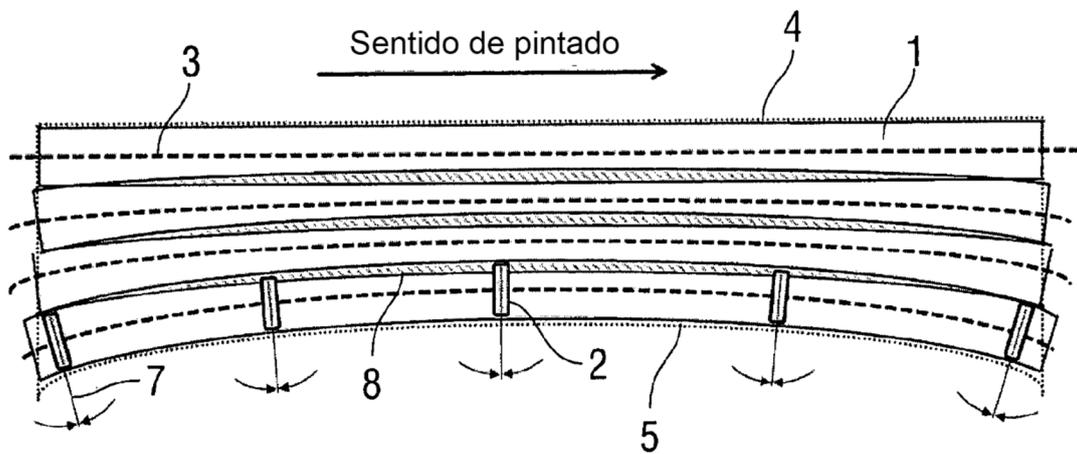


Fig. 6



**Fig. 7**

Estado de la técnica



**Fig. 8**

Estado de la técnica