

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 216**

51 Int. Cl.:

B05B 12/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2022** **PCT/NL2022/050041**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2022** **WO22164318**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2022** **E 22702536 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2025** **EP 4284566**

54 Título: **Procedimiento de seguimiento electrónico de la deposición física de material de revestimiento**

30 Prioridad:

27.01.2021 NL 2027445

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2025

73 Titular/es:

**PROXCONTROL IP B.V. (100.00%)
Bronstraat 15 B
1976 BC IJmuiden, NL**

72 Inventor/es:

**SERRUIJS, REMY MICHEL;
NIEUWENBURG, RONNIE JACOBUS SAMUEL y
KEIJ, ROB**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 3 029 216 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 seguimiento electrónico de la deposición física de material de revestimiento

Campo técnico

5 La invención se refiere a un kit de sensores para una pistola atomizadora y al procesamiento de los datos recibidos del kit de sensores.

Antecedentes

10 La pintura en aerosol es una técnica que consiste en utilizar una pistola atomizadora para rociar un revestimiento a través del aire sobre una superficie. El revestimiento puede ser pintura, tinta, barniz, capa transparente o cualquier otro tipo de revestimiento. Una pistola atomizadora puede ser sostenida con la mano por un operador y puede requerir una gran habilidad para aplicar un revestimiento delgado con un espesor de

15 puede afectar a la durabilidad del revestimiento y a la fiabilidad de los sensores cubiertos por el revestimiento, como los sistemas de radar de proximidad de los automóviles. El documento US 2005/242205 A1 muestra un aparato de revestimiento por atomización que comprende una pistola atomizadora capaz de funcionar para depositar un revestimiento atomizado a través de una boquilla atomizadora sobre una superficie, un medio de mapeo asociado a la pistola atomizadora que puede funcionar para determinar y almacenar las características topográficas de la superficie, un sensor de posición que puede funcionar para determinar la posición de la pistola atomizadora con respecto a la superficie, y un monitor de grosor de revestimiento que puede funcionar para determinar el grosor de un revestimiento aplicado a la superficie, el aparato incluye además un medio de

20 visualización que puede funcionar para mostrar a un operador la deposición del revestimiento atomizado sobre la superficie.

Resumen

25 Para realizar un seguimiento del resultado del procedimiento de revestimiento, es preferible disponer de datos sobre la capa final de revestimiento, en particular con respecto a la cantidad de material de revestimiento disponible en la superficie a revestir, por unidad de superficie.

30 Un primer aspecto proporciona un procedimiento para realizar un seguimiento electrónico del revestimiento por atomización de un fluido de revestimiento sobre una superficie física mediante una pistola atomizadora dispuesta para atomizar el fluido de revestimiento en una dirección de atomización. El procedimiento comprende, en un sistema informático electrónico que recibe, desde un módulo sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, estando el módulo sensor de distancia conectado a la pistola atomizadora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola atomizadora y la superficie, obtener, a partir de una memoria electrónica, datos de un modelo de revestimiento tridimensional de un cono de atomización asociado a la pistola atomizadora y recibir, a partir de un sistema de detección de posición conectado a la pistola atomizadora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola atomizadora con respecto a una primera posición en la superficie física. El procedimiento comprende además

35 calcular, basándose en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de revestimiento tridimensional, datos de área de deposición de revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional en un área de la superficie física por unidad de tiempo.

40 Las pistolas atomizadoras para atomizar fluidos de revestimiento son instrumentos de precisión, cuyas características son bien conocidas. Una característica particular es la forma del cono de atomización, el caudal del fluido de revestimiento y la densidad del fluido en el cono de atomización. Con el caudal o la velocidad y otras características de las gotas, se puede analizar un modelo del cono de atomización, un modelo de revestimiento tridimensional. Dicho modelo puede comprender, en diversas ubicaciones del cono, por ejemplo en puntos regulares de una cuadrícula, cada punto de la cuadrícula representando un volumen particular, un flujo másico o un flujo volumétrico dentro del volumen particular. Con los datos de distancia se puede determinar la ubicación de la superficie física sobre la que incide el fluido de revestimiento en relación con la boquilla de la pistola atomizadora. Y con esa información se puede determinar el caudal másico o el caudal volumétrico del fluido de revestimiento dentro del cono de atomización en la superficie física como deposición de pintura en aerosol posicional, en este caso por unidad de tiempo.

50 Una implementación del primer aspecto comprende además calcular, basándose en los datos de distancia, los datos de posición, los datos de área de deposición del revestimiento y el tiempo, las características de una capa de fluido de revestimiento sobre la superficie física. Con una velocidad de deposición del fluido de revestimiento conocida en un plano en el que se cruzan la superficie física y el cono de atomización, se puede calcular la acumulación de una capa en virtud de dicha deposición, incluidas las características de dicha capa.

55 En otra implementación, el sistema de detección de posición comprende un primer acelerómetro para determinar una primera aceleración sustancialmente perpendicular a la dirección de atomización y un segundo acelerómetro para determinar una segunda aceleración sustancialmente perpendicular a la dirección de

atomización, siendo la primera dirección sustancialmente perpendicular a la segunda dirección. El procedimiento comprende además integrar la primera aceleración en el tiempo dos veces a lo largo del tiempo para obtener los primeros datos de desplazamiento en la primera dirección como una primera parte de los datos de posición e integrar la segunda aceleración en el tiempo dos veces a lo largo del tiempo para obtener los segundos datos de desplazamiento en la segunda dirección como una segunda parte de los datos de posición.

Integrando la aceleración una vez a lo largo del tiempo se pueden determinar los datos de velocidad. Integrando la velocidad a lo largo del tiempo, o integrando la aceleración a lo largo del tiempo, se puede calcular el desplazamiento del kit de sensores. Y con el kit de sensores acoplado a una pistola atomizadora con una posición y orientación predeterminadas de la boquilla de la pistola atomizadora, se pueden calcular la velocidad y el desplazamiento de la boquilla. Y con eso se puede determinar el desplazamiento del cono de atomización. Con las direcciones perpendiculares a la dirección de atomización de la boquilla y suponiendo que un operador siempre atomizará en una dirección perpendicular a la superficie física a rociar, se puede determinar el desplazamiento del cono de atomización y el plano de intersección del cono de atomización y la superficie. Estos datos se pueden utilizar para determinar la deposición de fluido de revestimiento sobre la superficie a lo largo del tiempo, en un área sobre la que se desplaza el cono. Además, se pueden utilizar otros datos, como los datos de distancia.

Otra implementación más comprende además determinar, basándose en los datos de posición recibidos, si la pistola atomizadora se está moviendo con un movimiento oscilante e iniciar el cálculo si se determina que la pistola atomizadora se está moviendo con un movimiento oscilante. La atomización de fluidos de revestimiento se realiza principalmente oscilando la pistola atomizadora. Es preferible mantener el número de actuadores del kit de atomización lo más bajo posible y, si es posible, eliminar dichas entradas accionables. Mediante la detección automática del inicio del procedimiento de atomización, no se necesita ningún actuador para iniciar el registro de datos. En otra implementación más, el sistema de detección de posición que comprende al menos un primer acelerómetro y un segundo acelerómetro y que determina si la pistola atomizadora se está moviendo con un movimiento oscilante comprende determinar si el valor de aceleración de al menos uno de un primer acelerómetro y un segundo acelerómetro cambia de signo al menos dos veces durante un intervalo predeterminado. La oscilación puede realizarse hacia los lados, hacia arriba y hacia abajo o una combinación de ambos. En los extremos de una oscilación y en el centro de una oscilación, el valor de la aceleración cambiará de signo.

En otra realización adicional, determinar si la pistola atomizadora se está moviendo con un movimiento oscilante comprende determinar si el valor de aceleración de al menos uno de un primer acelerómetro y un segundo acelerómetro cambia de signo al menos tres veces durante un intervalo predeterminado y un primer periodo de tiempo entre un primer cambio de signo y un segundo cambio de signo varía con respecto a un segundo periodo de tiempo entre el segundo cambio de signo y un tercer cambio de signo en menos de una cantidad predeterminada. En una oscilación completa, de un extremo al otro, incluidos los extremos, la aceleración cambiará de signo tres veces. En un oscilación uniforme, los periodos de tiempo entre los cruces por cero serán sustancialmente los mismos, con una variación de entre el 2 % y el 5 % o, posiblemente, entre el 5 % y el 10 %.

Otra implementación adicional comprende determinar una orientación de la pistola atomizadora y la dirección de atomización con respecto a la superficie física y calcular los datos del área de deposición del revestimiento de la deposición del revestimiento por atomización posicional también basándose en la orientación. En caso de que la dirección de atomización de la pistola atomizadora no esté dirigida perpendicularmente a la superficie física sobre la que se va a depositar la pintura u otro revestimiento, es posible que el fluido de revestimiento no se deposite en el área circular o elíptica prevista, sino en un área con una forma diferente. El uso de datos sobre la orientación del cono de atomización con respecto a la superficie física y, en particular, el uso de datos angulares ayuda a resolver este problema.

En otra implementación, el módulo sensor de distancia comprende múltiples sensores de distancia y la determinación de la orientación comprende la obtención de múltiples valores de los sensores de distancia a partir de los múltiples sensores de distancia y la determinación de la orientación basándose en las diferencias entre los múltiples valores de los sensores de distancia. Con sensores de distancia dispuestos en un plano perpendicular a la dirección de atomización, las distancias detectadas son sustancialmente iguales. Si el kit de sensores y, con él, la dirección de atomización no se proporciona a la superficie física en una dirección perpendicular, las medidas de distancia son diferentes y, con ello, también los valores de los sensores. A partir de los valores de los sensores se puede determinar el ángulo.

Otra implementación comprende además recibir, desde el sistema de detección de posición, datos de rotación indicativos de una posición de rotación de la pistola atomizadora transversal a la dirección de atomización y determinar, basándose en los datos de posición y los datos de rotación, la orientación. Esto proporciona otra forma de determinar la orientación.

En otra implementación más, el cálculo de los datos del área de deposición del revestimiento de la deposición por atomización posicional comprende la determinación de los datos del fluido de revestimiento del plano de

intersección del cono, basándose en los datos de distancia y los datos del modelo de revestimiento tridimensional, y el cálculo de los datos del área de deposición del revestimiento de la deposición por atomización posicional se basa en los datos del fluido de revestimiento del plano de intersección del cono. Los datos del fluido de revestimiento del plano de intersección del cono pueden comprender datos sobre una tasa de deposición en un área particular, por ejemplo, volumen o masa. La intersección del cono y la superficie física define un área y se puede determinar la deposición en esa área. Y si se utilizan datos de desplazamiento a lo largo del tiempo, se puede determinar una capa y su grosor en la superficie física.

Otra implementación comprende además recibir una entrada relacionada con la selección de un fluido de revestimiento predeterminado; y obtener los datos del modelo de revestimiento tridimensional del cono de atomización asociado con la pistola atomizadora en respuesta al suministro de datos relacionados con el fluido de revestimiento predeterminado a la memoria electrónica. Los diferentes tipos de revestimiento tienen características diferentes. Con esta implementación se pueden tener en cuenta diferentes características, lo que proporciona datos más precisos. Además o de forma alternativa se pueden tener en cuenta otros datos como la humedad, la temperatura, otros datos ambientales sobre el entorno, otros datos o una combinación de los mismos.

Una implementación adicional comprende además obtener datos de flujo de fluido de revestimiento que proporcionan una indicación del caudal másico del fluido de revestimiento a través de la pistola atomizadora y ajustar los datos del modelo de revestimiento basándose en los datos de flujo de fluido de revestimiento. Los diferentes tipos de revestimiento pueden tener diferentes características de atomización, como el tamaño de las gotas, la densidad de las gotas, la viscosidad, la masa relativa, la dependencia del caudal de la presión del aire y/o del flujo de aire, otros, o una combinación de los mismos. Esta implementación tiene esto en cuenta, proporcionando datos más precisos. Los datos del fluido de revestimiento pueden indicarse mediante un flujo másico o volumétrico del fluido de revestimiento medido directa o indirectamente. Se puede medir y determinar el flujo del fluido de revestimiento real. Alternativamente o de forma adicional, se puede determinar el flujo de aire, opcionalmente con características que incluyen al menos una de las siguientes: presión, flujo másico, velocidad de flujo, diámetro calibre del conducto de suministro, otras, o una combinación de las mismas, y el flujo del fluido de revestimiento basándose en el flujo de aire y, opcionalmente, en otros parámetros.

En otra implementación adicional, los datos de flujo de fluido de revestimiento se proporcionan con una primera marca de tiempo, los datos de distancia se proporcionan con una segunda marca de tiempo y los datos de posición se proporcionan con una tercera marca de tiempo, el procedimiento comprende además hacer coincidir los datos de flujo de fluido, los datos de distancia y los datos de posición a lo largo del tiempo basándose en la primera marca de tiempo, la segunda marca de tiempo y la tercera marca de tiempo. Puede no ser posible determinar los datos de flujo con el kit de sensores, ya que puede requerir el contacto directo con un flujo de fluido de revestimiento y/o aire, y el kit de sensores es preferiblemente desmontable de manera conveniente de la pistola atomizadora. Por lo tanto, si se van a utilizar datos de múltiples entidades a lo largo del tiempo, los datos se pueden sincronizar utilizando marcas de tiempo.

Una implementación adicional comprende además obtener datos para proporcionar la primera marca de tiempo, la segunda marca de tiempo y la tercera marca de tiempo a partir de una fuente de red y proveer los datos de flujo de fluido de revestimiento de la primera marca de tiempo, los datos de distancia de la segunda marca de tiempo y los datos de posición de la tercera marca de tiempo. Se pueden disponer enrutadores de red, cableados e inalámbricos, para proporcionar datos de sincronización. Al sincronizarse estos datos de sincronización, pueden servir para proporcionar marcas de tiempo adecuadas para la sincronización.

Otra implementación comprende además calcular, basándose en los datos del área de deposición del revestimiento de la deposición del revestimiento por atomización posicional en el área de la superficie física por unidad de tiempo, el grosor de una capa de fluido de revestimiento en la superficie física. Con un flujo de masa total disponible, la distribución del flujo sobre el cono y la ubicación de la superficie física con respecto al cono a lo largo del tiempo, se puede determinar la deposición total de fluido de revestimiento por unidad de área a lo largo del tiempo. En el momento en que finaliza el trabajo de atomización, se puede determinar el grosor de una capa.

Otra implementación comprende además la obtención de datos de curado relacionados con el fluido de revestimiento y, basándose en los datos de curado, la determinación del grosor curado de una capa curada de fluido de revestimiento sobre la superficie física. En aplicaciones particulares, el grosor de la capa curada es relevante, en particular en determinados lugares de la superficie física. El grosor de la capa curada es generalmente menor que el grosor de una capa que acaba de ser atomizada. La relación entre una capa recién atomizada, que puede estar húmeda, y una capa curada, que puede estar seca, puede ser lineal o no lineal.

Un segundo aspecto proporciona un dispositivo informático electrónico configurado para el seguimiento electrónico del revestimiento por atomización de un fluido de revestimiento sobre una superficie física mediante una pistola atomizadora dispuesta para atomizar el fluido de revestimiento en una dirección de atomización. El dispositivo comprende una unidad de comunicación dispuesta para recibir, desde un módulo sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, el módulo sensor de distancia que se conecta a la

pistola atomizadora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola atomizadora y la superficie, obtener, a partir de una memoria electrónica, datos de un modelo de revestimiento tridimensional de un cono de atomización asociado a la pistola atomizadora, recibir, a partir de un sistema de detección de posición conectado a la pistola atomizadora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola atomizadora con respecto a una primera posición en la superficie física. El dispositivo comprende además una unidad de procesamiento dispuesta para calcular, basándose en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de revestimiento tridimensional, datos de área de deposición de revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional en un área de la superficie física por unidad de tiempo.

Un tercer aspecto proporciona un producto de programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que hacen que un ordenador, cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador comprendido en el ordenador, ejecute un procedimiento de seguimiento electrónico del revestimiento por atomización de un fluido de revestimiento sobre una superficie física mediante una pistola atomizadora dispuesta para atomizar el fluido de revestimiento en una dirección de atomización. El procedimiento comprende recibir, desde un módulo sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, estando el módulo sensor de distancia conectado a la pistola atomizadora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola atomizadora y la superficie, obtener, de una memoria electrónica, datos de un modelo de revestimiento tridimensional de un cono de atomización asociado a la pistola atomizadora, recibir, a partir de un sistema de detección de posición conectado a la pistola atomizadora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola atomizadora con respecto a una primera posición en la superficie física y calcular, basándose en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de revestimiento tridimensional, datos del área de deposición del revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional en un área de la superficie física por unidad de tiempo.

Un cuarto aspecto proporciona un medio no transitorio que tiene almacenado un producto de programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que hacen que un ordenador, cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador comprendido en el ordenador, ejecute un procedimiento de seguimiento electrónico del revestimiento por atomización de un fluido de revestimiento sobre una superficie física mediante una pistola atomizadora dispuesta para atomizar el fluido de revestimiento en una dirección de atomización. El procedimiento comprende recibir, desde un módulo sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, estando el módulo sensor de distancia conectado a la pistola atomizadora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola atomizadora y la superficie, obtener, a partir de una memoria electrónica, datos de un modelo de revestimiento tridimensional de un cono de atomización asociado con la pistola atomizadora, recibir, a partir de un sistema de detección de posición conectado a la pistola atomizadora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola atomizadora con respecto a una primera posición en la superficie física y calcular, basándose en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de revestimiento tridimensional, datos de área de deposición de revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional en un área de la superficie física por unidad de tiempo.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán con más detalle los diversos aspectos y realizaciones de los mismos junto con los dibujos. Los dibujos muestran posibles implementaciones de los diversos aspectos y realizaciones de los mismos y se proporcionan a modo de ejemplo y no como limitación del objeto de las reivindicaciones. En las figuras

Figura 1: muestra una vista general esquemática de un ejemplo de un kit de sensores, una pistola atomizadora y una superficie;

Figura 2: muestra un primer diagrama de flujo de un procedimiento para generar una señal de retroalimentación en un kit de sensores para una pistola atomizadora;

Figura 3: muestra un segundo diagrama de flujo de un procedimiento para reconstruir datos de revestimiento; y

Figuras 4A a 4F: muestran varios ejemplos de orientaciones de la boquilla y secciones transversales de la superficie a revestir y el cono de atomización.

Descripción detallada

La figura 1 muestra una vista general esquemática de una realización de un kit de sensores 100 que comprende un cuerpo de kit de sensores 102 como carcasa. El cuerpo de kit de sensores 102 comprende un conector de pistola atomizadora 104 como módulo de conexión. Una pistola atomizadora 140 está conectada al cuerpo 102 a través del conector 104. La pistola atomizadora 140 comprende una carcasa de pistola atomizadora 141. La pistola atomizadora 140 puede ser, por ejemplo, una pistola atomizadora de alto volumen y baja presión (HVLP).

Aunque el cuerpo del kit de sensores 102 se representa esquemáticamente en la figura 1 como un rectángulo, en diferentes realizaciones el cuerpo 102 puede tener una forma diferente. Por ejemplo, el cuerpo 102 se puede moldear alrededor de la forma de la carcasa de la pistola atomizadora 141 a la que está dispuesto para

conectarse. La forma del cuerpo 102 y/o el centro de gravedad del kit de sensores 100 también pueden adaptarse de manera que, cuando se fija a la pistola atomizadora 140, el centro de gravedad de la pistola atomizadora 140 se mantenga dentro de un rango deseado. De este modo, la manipulación de la pistola atomizadora 140 se ve mínimamente afectada por la conexión del kit de sensores 100.

- 5 La pistola atomizadora 140 puede utilizarse para aplicar una capa de pintura 142 como revestimiento sobre una parte de la carrocería de un automóvil 144 como superficie. La pistola atomizadora 140 comprende una boquilla 146 desde la que se puede expulsar una niebla de pintura en aerosol 148, y una entrada para recibir la pintura como sustancia de revestimiento. La pistola atomizadora 140 puede ser una pistola atomizadora manual 140, que comprende un gatillo que un usuario puede accionar para controlar la expulsión de pintura
10 148 desde la pistola atomizadora 140 a una velocidad determinada.

- El gatillo puede controlar un área de rendimiento de un conducto que lleva pintura u otro fluido de revestimiento a la boquilla. Alternativa o adicionalmente, el gatillo, u otro gatillo o una perilla de control, puede controlar la posición de una aguja de control en un orificio de paso, por ejemplo, la boquilla 146 u otro orificio. En una realización, se puede utilizar una aguja de control para controlar con precisión un flujo de fluido de revestimiento y se puede utilizar un gatillo para cambiar entre un estado "encendido" y un estado "apagado" de la boquilla.
15 Además del mecanismo de control preciso, el flujo de fluido de revestimiento también se puede controlar variando la presión a la que se suministra el fluido de revestimiento. Uno o más de los ajustes de control de precisión, la presión del fluido de revestimiento y el estado del gatillo se pueden considerar parámetros opcionales del trabajo de atomización.

- 20 El usuario puede mover y reorientar la pistola atomizadora 140 según desee y, por lo tanto, alejarla de la parte de la carrocería del automóvil 144 o acercarla a la parte de la carrocería del automóvil 144 con una velocidad y aceleración determinadas. El usuario puede orientar aún más la pistola atomizadora 140 según se desee y, por lo tanto, cambiar la orientación de la boquilla 146 con respecto a la parte de la carrocería del automóvil 144, de modo que la pintura se pueda aplicar desde diferentes ángulos de aproximación.

- 25 En el cuerpo del kit de sensores 102 se proporciona un módulo sensor de distancia 106 que comprende uno o más sensores de tiempo de vuelo como sensores de proximidad comprendidos por el módulo sensor de distancia 106. Los sensores de tiempo de vuelo están dispuestos para obtener datos de distancia como valores de parámetros de trabajo de atomización en las distancias d1, d2 y d3 entre cada uno de los sensores y la parte de la carrocería del automóvil 144 y/o la capa de pintura 142. Como tales, los sensores de tiempo de vuelo en
30 el módulo sensor de distancia 106 preferiblemente enfrentan a la misma dirección que la boquilla 146 cuando el kit de sensores 100 está conectado a la pistola atomizadora 140, ya que la boquilla 146 también enfrentará a la parte de la carrocería del vehículo 144 y/o la capa de pintura 142.

- Los sensores de tiempo de vuelo como sensores de proximidad pueden comprender un láser o un LED como transmisor óptico dispuesto para emitir un rayo láser como señal óptica emitida. Los sensores de tiempo de vuelo pueden comprender además un receptor óptico para recibir una señal óptica reflejada como reflexión del rayo láser. Se puede utilizar un procesador de proximidad para determinar una distancia de atomización entre
35 los sensores de tiempo de vuelo y la superficie 144 basándose en una relación entre el rayo láser emitido y el rayo láser reflejado.

- La señal óptica emitida puede tener un espectro de longitud de onda en el infrarrojo cercano, por ejemplo entre
40 800 y 1140 nm, más particularmente entre 900 nm y 1000 nm y, preferiblemente, 940 nm. La radiación electromagnética de dicha onda no es visible; puede atravesar sustancias que pueden parecer opacas al ojo humano, pero es transparente para la radiación electromagnética entre 900 nm y 1000 nm y en particular 940 nm.

- El cuerpo del kit de sensores 102 puede estar compuesto por materiales no translúcidos, por lo que la luz emitida por los sensores de tiempo de vuelo puede verse obstaculizada por el cuerpo del kit de sensores 102. En la realización de la figura 1, el cuerpo del kit de sensores 102 comprende, como opción, una ventana de visualización 108 al menos parcialmente translúcida a través de la cual puede pasar la luz emitida por los sensores de tiempo de vuelo y reflejada de vuelta a estos. Alternativamente, al menos parte del cuerpo del kit de sensores 102 a través del cual debe pasar la luz puede estar fabricado con un material que sea al menos
50 parcialmente translúcido para las longitudes de onda de luz utilizadas por los sensores de tiempo de vuelo, que pueden ser, por ejemplo, longitudes de onda en el espectro infrarrojo.

- En una realización, los sensores de tiempo de vuelo están separados entre sí a una distancia tal que, a una distancia de atomización normal, entre 20 centímetros y 50 centímetros, sus luces no interfieren entre sí. De este modo, se pueden obtener diferentes valores para las distancias d1, d2 y d3, en particular si el kit de
55 sensores 100 está inclinado con respecto a la superficie de la parte de la carrocería del vehículo 144.

En la realización de la figura 1, el kit de sensores 100 comprende un microcontrolador 110 como unidad de procesamiento. El microcontrolador 110 comprende una entrada de datos 112 como módulo de entrada, dispuesta para recibir uno o más valores de parámetros de referencia. Los valores de parámetros de referencia

recibidos pueden almacenarse en una memoria 114. Los datos de distancia pueden ser enviados por el sensor de tiempo de vuelo 106 a la entrada de datos 112 del microcontrolador 110 y, opcionalmente, almacenados en la memoria 114.

5 El microcontrolador 110 se encuentra, en la realización del kit de sensores 100, dentro del cuerpo del kit de sensores 102. También se prevén realizaciones del kit de sensores 100 en las que se proporciona otro microcontrolador como parte de la unidad de procesamiento fuera del cuerpo del kit de sensores 102. Este otro microcontrolador puede estar compuesto, por ejemplo, por uno o más dispositivos informáticos externos, como un servidor, un teléfono inteligente, una tableta, cualquier otro dispositivo informático o cualquier combinación de los mismos.

10 Cuando al menos parte de la unidad de procesamiento se proporciona fuera del cuerpo del kit de sensores 102, se puede proporcionar una conexión cableada o inalámbrica entre el módulo sensor y el microcontrolador 110, de modo que sea posible el intercambio de datos. Cuando se utiliza una conexión inalámbrica, se puede utilizar, por ejemplo, NFC, Bluetooth, Wi-Fi o cualquier otro protocolo para el intercambio de datos.

15 El microcontrolador 112, como unidad de procesamiento, comprende además un módulo de comparación 116 dispuesto para comparar al menos parte de los valores de los parámetros del trabajo de atomización obtenidos con uno o varios valores de parámetros de referencia correspondientes. El módulo de comparación 116 puede estar dispuesto para recibir al menos parte de los valores de los parámetros del trabajo de atomización y al menos parte de los valores de los parámetros de referencia, por ejemplo, desde la entrada de datos 112, y/o recuperar al menos parte de los valores de los parámetros del trabajo de atomización y al menos parte de los valores de los parámetros de referencia de la memoria 114.

20 El módulo de comparación 116 está dispuesto además para generar una señal de datos de comparación basada en el resultado de la comparación. La señal de datos de comparación puede ser recibida por un módulo de salida 118, que puede estar dispuesto y utilizarse para enviar la señal de datos de comparación a otros componentes del kit de sensores 100. En algunas realizaciones, el módulo de salida 118 puede estar
25 compuesto por la unidad de procesamiento, el módulo de comparación, el módulo sensor o por el kit de sensores 100 en general.

La entrada de datos 112 puede estar dispuesta para recibir datos de identificación del usuario, que pueden ser indicativos de un usuario específico o de un grupo de usuarios. Por ejemplo, los datos de identificación del usuario pueden comprender datos del empleador, un nombre y/o cualquier otro dato a partir del cual se pueda
30 identificar a un usuario específico o a un grupo de usuarios. Los datos de identificación del usuario pueden almacenarse en la memoria 114. Cuando los datos de identificación del usuario se almacenan en la memoria 114, el kit de sensores 110 concreto puede vincularse a un usuario específico.

Para proporcionar retroalimentación a un usuario que utiliza la pistola atomizadora 140 con el kit de sensores 100, el kit de sensores 100 comprende un controlador de retroalimentación 120 como módulo de
35 retroalimentación del usuario. El controlador de retroalimentación 120 está dispuesto para generar una señal de retroalimentación del usuario basada en al menos parte de la señal de datos de comparación. El controlador de retroalimentación 120 puede estar dispuesto además para recibir al menos parte de la señal de datos de comparación desde la salida de datos 118 y/o recuperar al menos parte de la señal de datos de comparación desde la memoria 144.

40 En la realización de la figura 1, el controlador de retroalimentación 120 se proporciona dentro del cuerpo del kit de sensores 102. También se prevén realizaciones en las que al menos parte del controlador de retroalimentación 120 se proporciona fuera del cuerpo del kit de sensores 102. En tales realizaciones, al menos parte de la señal de retroalimentación generada puede enviarse a través de una conexión cableada o inalámbrica a un dispositivo de retroalimentación externo, como un altavoz, una pantalla o una luz.

45 El controlador de retroalimentación 120 comprende, en la realización de la figura 1, una pantalla 122, dispuesta para proporcionar una señal visual basada en la señal de retroalimentación. La pantalla 122 se muestra colocada en el cuerpo del kit de sensores 102. En algunas realizaciones, la pantalla 122 también puede colocarse en una ubicación diferente, y la pantalla 122 puede ser, por ejemplo, la pantalla de un teléfono inteligente, una tableta, una pantalla de visualización frontal (HUD), un reloj inteligente, unas gafas inteligentes,
50 o cualquier otra pantalla.

Para obtener datos de orientación indicativos de una orientación de la pistola atomizadora 140, las realizaciones del kit de sensores 100 pueden comprender un sensor de orientación 130 que puede ser un sensor de orientación absoluta o relativa 130. El sensor de orientación 130 puede comprender un magnetómetro, un
55 acelerómetro, una brújula, un giroscopio, cualquier otro sensor o cualquier combinación de los mismos. El sensor de orientación 130 está dispuesto para medir los ángulos del kit de sensores y, preferiblemente, un ángulo relativo a un plano horizontal. Preferiblemente, el sensor de orientación está dispuesto para proporcionar tres señales indicativas de una primera rotación ϕ sobre un primer eje perpendicular a la dirección de atomización de la boquilla 146, una segunda rotación θ sobre un segundo eje perpendicular a la dirección de

atomización y perpendicular al primer eje, y una tercera rotación ψ sobre un tercer eje paralelo a la dirección de atomización.

Como tales, los datos de orientación pueden comprender datos indicativos del balanceo, guiñada y cabeceo de la pistola pulverizadora 140. Dado que el cuerpo de la carcasa 102 está conectado preferiblemente de forma rígida a la pistola atomizadora 140, el balanceo, la guiñada y el cabeceo del sensor de orientación 130 pueden corresponder sustancialmente al balanceo, la guiñada y el cabeceo de la pistola atomizadora 140 o pueden al menos transformarse en el balanceo, la guiñada y el cabeceo de la pistola atomizadora 140. Cualquier parámetro de salida o parámetros del sensor de orientación 130 pueden considerarse parámetros opcionales del trabajo de atomización.

Adicional o alternativamente, el sensor de orientación 130 está dispuesto para determinar al menos un ángulo del sensor de orientación con respecto a un plano de referencia. El plano de referencia puede ser, por ejemplo, un plano horizontal, un plano vertical o un plano que represente la superficie 144 sobre la que se va a aplicar el revestimiento 142.

Para obtener datos de movimiento indicativos de un movimiento de la pistola atomizadora 140, las realizaciones del kit de sensores 100 pueden comprender un acelerómetro 132 como ejemplo de sensor de movimiento. El acelerómetro 132 está dispuesto preferiblemente para proporcionar tres señales indicativas de aceleraciones en tres direcciones. En una implementación preferida, se mide una primera aceleración en una primera dirección x, una segunda dirección y, y una tercera dirección z. En una realización más preferida, cada dirección es paralela a un eje de rotación como se ha discutido anteriormente. Por ejemplo, la primera dirección es paralela al primer eje, la segunda dirección es paralela al segundo eje y la tercera dirección es paralela al tercer eje, aunque también se pueden prever otras opciones.

Los datos de movimiento pueden comprender datos indicativos de una velocidad y/o aceleración y/o desplazamiento de la pistola atomizadora 140 en una o más direcciones. Dado que el cuerpo de la carcasa 102 está conectado preferiblemente de forma rígida a la pistola atomizadora 140, la velocidad y/o la aceleración del sensor de movimiento 132 pueden corresponder sustancialmente a la velocidad y/o la aceleración de la pistola atomizadora 140 o pueden al menos transformarse en la velocidad y/o la aceleración de la pistola atomizadora 140. Uno o más de los parámetros velocidad, aceleración y desplazamiento, ya sea como escalares o vectores, pueden considerarse parámetros opcionales del trabajo de atomización.

Como opción, la realización del kit de sensores 100 mostrada en la figura 1 comprende un altavoz 126 para proporcionar una señal de audio basada en la señal de retroalimentación. Dependiendo de la señal de retroalimentación, la señal de audio puede tener, por ejemplo, un volumen y/o una frecuencia diferentes para indicar un tipo específico de retroalimentación al usuario.

Como opción adicional, la realización del kit de sensores 100 mostrada en la figura 1 comprende una unidad de vibración 128 como módulo háptico para proporcionar una vibración como señal háptica basada en la señal de retroalimentación. La vibración puede transferirse a través de la conexión 104 al cuerpo de la pistola atomizadora 141, que puede ser sujeta por el usuario de la pistola atomizadora 140. De este modo, el usuario puede sentir la vibración al sujetar la pistola atomizadora 140.

Como opción adicional, se prevén realizaciones del kit de sensores 100 en las que el módulo sensor comprende un sensor de temperatura para obtener datos de temperatura indicativos de la temperatura de la superficie 144 que se va a pintar con atomización. En tales realizaciones, los valores de los parámetros de referencia pueden comprender una temperatura mínima que debe tener la superficie 144. Si el módulo de comparación proporciona una señal de datos de comparación indicativa de que la temperatura de la superficie 144 es inferior a la temperatura mínima, el módulo de retroalimentación al usuario puede indicar al usuario que la temperatura de la superficie 144 es demasiado baja.

Para energizar los componentes del kit de sensores 100 que requieren energía eléctrica, el kit de sensores 100 puede comprender una batería 134 en la que se puede almacenar energía eléctrica. En realizaciones particulares, la carcasa del kit de sensores 102 está sustancialmente sellada, por ejemplo, para impedir que entren fluidos en la carcasa y/o para impedir que los componentes eléctricos queden expuestos a los vapores de la pintura. Al estar sustancialmente sellada, puede que no sea posible utilizar una conexión por cable para cargar la batería 134 y/o sustituir fácilmente una batería agotada.

El kit de sensores 100 puede comprender una bobina 136 como módulo de carga inalámbrica para cargar la batería 134, y puede colocarse dentro de la carcasa del kit de sensores 102 junto con la batería 134. Mediante el uso, por ejemplo, de carga inductiva, se puede suministrar energía eléctrica a la batería 134 a través de la bobina 136. Dado que esta transferencia de energía eléctrica es inalámbrica, no es necesario colocar ningún conector en la carcasa 102 ni exponer ningún componente eléctrico al aire ambiente, que puede contener sustancias de revestimiento inflamables en aerosoles.

En la figura 2 se representa esquemáticamente una realización de un procedimiento para generar una señal de retroalimentación en un kit de sensores para una pistola atomizadora, que se explicará con más detalle junto

con el kit de sensores 100 mostrado en la figura 1. Se entenderá que el procedimiento también puede aplicarse junto con otras realizaciones del kit de sensores 100, y que el kit de sensores 100 de la figura 1 puede utilizarse junto con otras realizaciones del procedimiento representado por el primer diagrama de flujo 200. Más adelante se resumen brevemente las diversas partes del diagrama de flujo 200:

- 5 202 inicio
- 204 recepción de valores de parámetros de referencia
- 206 obtención de valores de parámetros de trabajo de atomización
- 208 comparación de valores de parámetros de trabajo de atomización con valores de referencia
- 210 emisión de señal de datos de comparación
- 10 212 recepción de señal de datos de comparación
- 214 fin

El procedimiento comienza en un terminador 202. Un segundo paso 204 del procedimiento comprende la recepción de valores de parámetros de referencia, por ejemplo, mediante la entrada de datos 112. Al menos parte de los valores de los parámetros de referencia pueden recibirse de una fuente externa, por ejemplo, un servidor 150. La conexión entre el kit de sensores 100 y la salida de datos 118, en particular por un lado, y el servidor 150, por otro, puede realizarse mediante Wi-Fi (IEEE 802.11), Bluetooth, cualquier estándar de telecomunicación celular, incluyendo, entre otros, 4G (LTE) y 5G.

El servidor 150 puede comprender una unidad de procesamiento 152 y tener al menos acceso a una memoria masiva 154 con una base de datos almacenada en ella que comprende valores de parámetros de referencia. En otras realizaciones, al menos parte de los valores de los parámetros de referencia pueden estar ya presentes en la memoria 114 del kit de sensores 100.

La memoria 154 puede estar comprendida en el servidor 150, que puede estar situado en las instalaciones donde se utiliza la pistola atomizadora 140 o en cualquier otro lugar; la memoria masiva 154 también puede estar situada en otra posición. La memoria masiva 154 también puede tener almacenado en ella código ejecutable por ordenador para programar la unidad de procesamiento 152 para ejecutar el procedimiento que se discute más adelante en relación con la figura 3. Como tal, la memoria masiva 154 comprende preferiblemente una memoria no volátil.

El servidor 150 comprende un módulo de comunicación 156 para comunicarse con el kit de sensores 100 y, en particular, con la salida de datos 118 y la entrada de datos 112.

El servidor 150 comprende además una unidad de procesamiento del servidor 152, que comprende varias subunidades para tareas dedicadas. Las subunidades pueden estar cableadas o programadas en la unidad de procesamiento mediante memorias no volátiles (re)programables o memorias volátiles. La unidad de procesamiento del servidor 152 puede comprender una unidad de integración 160, una unidad de cálculo espacial 162, una unidad de circunvolución 164, una unidad de sincronización 166 y una unidad de cálculo de proceso 168 para realizar diversas funciones, tal y como se discute en relación con un primer diagrama de flujo 200 (figura 2) y un segundo diagrama de flujo 200 (figura 3), tal y como se discute más adelante.

Los valores de los parámetros de referencia pueden comprender un conjunto de tipos de revestimiento y los parámetros de atomización preferidos correspondientes. Los parámetros de atomización pueden ser específicos para un tipo de revestimiento. Por ejemplo, para un primer tipo de revestimiento particular, una distancia de atomización preferida entre la boquilla 146 y la superficie 144 se encuentra dentro de un primer intervalo de distancia. Los parámetros de atomización preferidos pueden proporcionarse al kit de sensores cuando un operador selecciona un revestimiento particular por medio del servidor 150.

Los valores de los parámetros de referencia pueden comprender, en ejemplos, datos relacionados con una velocidad mínima y/o máxima, la orientación y/o la aceleración de la pistola atomizadora 140, una temperatura y/o presión de funcionamiento mínima o máxima, un flujo mínimo o máximo de fluido de revestimiento y/o cualquier otro dato que pueda ser relevante para un trabajo de atomización o cualquier combinación de los mismos.

En el paso 206 se obtienen los valores de los parámetros del trabajo de atomización utilizando al menos algunos sensores comprendidos en el módulo sensor de distancia 106, por ejemplo, uno o más sensores de tiempo de vuelo. El tercer paso 206 puede comenzar después de que se haya inicializado el kit de sensores 100, o cuando haya comenzado el trabajo de atomización real. Los valores de los parámetros del trabajo de atomización pueden obtenerse en una determinada cantidad de puntos de datos por segundo, durante un tiempo predeterminado o hasta que se determine que el trabajo de atomización ha finalizado o se ha pausado temporalmente.

En el paso 208 que puede tener lugar simultáneamente con el tercer paso 206, al menos parte de los valores de los parámetros del trabajo de atomización se comparan con al menos parte de los valores de los parámetros de referencia recibidos, por ejemplo, utilizando el módulo de comparación 116.

5 En el paso 210, que puede tener lugar simultáneamente con cualquiera del tercer paso 206 y el cuarto paso 208, la señal de datos de comparación se envía al controlador de retroalimentación 120 como módulo de retroalimentación del usuario, por ejemplo, mediante la salida de datos 118. Esto permite al controlador de retroalimentación 120 actuar basándose en la señal de datos de comparación, o al menos en una parte de la misma.

10 En el paso 212, que puede tener lugar simultáneamente con cualquiera de los pasos 206, 208 y 210, la señal de datos de comparación es recibida por el controlador de retroalimentación 120 y se genera una señal de retroalimentación basada en al menos una parte de la señal de datos de comparación.

15 El procedimiento 200 finaliza en un terminador 214, por ejemplo, cuando finaliza el trabajo de atomización. Mientras se utiliza la pistola atomizadora 140, cualquiera de los pasos segundo, tercero, cuarto, quinto y sexto puede repetirse, opcionalmente de forma simultánea, paralela y/o paso a paso, preferiblemente en tiempo real o al menos sustancialmente en tiempo real, de modo que el operador de la pistola atomizadora 140 pueda reaccionar a la retroalimentación.

A modo de ejemplo, se discutirá el procedimiento 200 en el que el kit de sensores 100 se utiliza para proporcionar retroalimentación a un usuario que utiliza la pistola atomizadora 140 sobre la distancia d entre el kit de sensores 100 y la superficie 144.

20 El procedimiento 200 se inicia cuando el usuario conecta el kit de sensores 100 a la pistola atomizadora 140. Por ejemplo, la pistola atomizadora 140 puede estar provista de un imán, dispuesto para manipular un interruptor magnético como un contacto de láminas compuesto por el kit de sensores 100 para encender el kit de sensores 100.

25 A continuación, el usuario selecciona el tipo de revestimiento que se va a atomizar con la pistola atomizadora 140, por ejemplo, seleccionando este tipo a través de una interfaz gráfica de usuario dispuesta para permitir la interacción del usuario con el servidor 150. Alternativamente, el servidor 150 puede estar incorporado como una aplicación en un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador personal o cualquier otro dispositivo que permita al usuario seleccionar un tipo de revestimiento. En algunas realizaciones, se puede proporcionar un escáner de códigos de barras para escanear un código de barras en un recipiente de sustancia de revestimiento para obtener datos indicativos del tipo de revestimiento. Partes del escáner pueden estar incorporadas en el kit de sensores 100.

35 Una vez que el usuario selecciona el tipo de revestimiento, el servidor 150 busca los valores de los parámetros de referencia correspondientes al tipo de revestimiento, por ejemplo, en una memoria interna o externa, directamente o a través de una conexión como una LAN, WAN, Internet, Wi-Fi, Bluetooth o cualquier otra conexión cableada o inalámbrica. Una parte de los valores de los parámetros de referencia puede proporcionarse localmente, mientras que otra parte de los valores de los parámetros de referencia puede proporcionarse en una ubicación remota.

40 El servidor 150 envía los valores de los parámetros de referencia al kit de sensores 100, cuya entrada de datos 112 recibe los valores de los parámetros de referencia y los almacena en la memoria 114. Los valores de los parámetros de referencia en este ejemplo comprenden un rango de distancia deseado, particular para el tipo de revestimiento seleccionado. El kit de sensores 100 puede ayudar al usuario a mantener la pistola atomizadora 140 dentro de este rango de distancia deseado, proporcionando información de retroalimentación. El rango de distancia deseado, como ejemplo de valores de parámetros de referencia, puede haber sido suministrado por el fabricante del revestimiento.

45 El rango de distancia deseado puede corresponder a la distancia entre la boquilla 146 de la pistola atomizadora y la superficie 144, o entre cualquier otro componente de la pistola atomizadora y la superficie 144, o a la distancia d entre el sensor de tiempo de vuelo 106 y la superficie 144. En cualquier caso, dado que la conexión entre el cuerpo del kit de sensores 102 y la pistola atomizadora 140 es preferiblemente sustancialmente rígida y se conocerá la dimensión de los componentes del kit de sensores 100, cualquiera de estas distancias puede ser indicativa de la distancia entre la boquilla 146 y la superficie 144.

Alternativamente, cuando la carcasa del kit de sensores no está conectada de forma sustancialmente rígida a la pistola atomizadora, se puede utilizar un modelo dinámico de la conexión sustancialmente no rígida para mapear los datos obtenidos por el kit de sensores a los datos relevantes para la pistola atomizadora.

55 Durante el uso de la pistola atomizadora 140, cuyo periodo de tiempo puede denominarse trabajo de atomización, el sensor de tiempo de vuelo 106 obtiene datos de distancia indicativos de la distancia d entre el sensor de tiempo de vuelo 106 y la superficie 144 enfrentada al sensor de tiempo de vuelo 106. Luego, estos

datos de distancia son utilizados por el módulo de comparación 116, que compara los datos obtenidos con el rango de distancia deseado.

5 El resultado de esta comparación puede comprender un valor que indique si un punto de datos particular en los datos de distancia se encuentra dentro del rango o fuera de él. El resultado de esta comparación puede comprender, de forma alternativa o adicional, un valor que indique, cuando un punto de datos particular se encuentra fuera del rango, si el punto particular de datos es demasiado grande, demasiado pequeño o en qué medida el punto de datos se encuentra fuera del rango.

10 El módulo de salida genera la señal de datos de comparación para el controlador de retroalimentación 120, que puede estar dispuesto para proporcionar retroalimentación de la señal de datos de comparación al usuario que utiliza la pistola atomizadora 140. La retroalimentación se proporciona preferiblemente en tiempo real, de modo que el usuario pueda modificar adecuadamente el uso de la pistola atomizadora 140 de acuerdo con la retroalimentación proporcionada.

Después de recibir la señal de datos de comparación, el controlador de retroalimentación 140 genera una señal de retroalimentación basada en al menos parte de la señal de datos de comparación.

15 En una realización particular, el controlador de retroalimentación 140 comprende un módulo LED 126 compuesto por un módulo óptico para proporcionar una señal visual al usuario basándose en la señal de retroalimentación generada. El módulo LED 126 puede comprender uno o más LED, que pueden estar dispuestos para proporcionar luz de un solo color o pueden ser controlables para proporcionar luz de diferentes colores, por ejemplo, rojo, verde, azul o una combinación de los mismos.

20 Cuando una distancia obtenida se encuentra dentro del rango de distancia deseado, el controlador de retroalimentación 140 puede controlar el módulo LED 126 para mostrar una luz verde como ejemplo de luz de color. Cuando una distancia obtenida se encuentra fuera del rango de distancia deseado, el controlador de retroalimentación 140 puede controlar el módulo LED 126 para mostrar una luz roja como ejemplo de luz de otro color.

25 En algunas realizaciones, el controlador de retroalimentación 140 comprende una pantalla 122 como parte del módulo óptico, dispuesta para proporcionar una señal visual basada en la señal de retroalimentación. La pantalla 122 puede estar dispuesta para mostrar un valor correspondiente a los datos de distancia reales obtenidos por el sensor de tiempo de vuelo 106 y, por lo tanto, puede estar dispuesta para mostrar valores numéricos correspondientes, por ejemplo, a la distancia medida en milímetros o pulgadas. Los datos de distancia obtenidos pueden suministrarse a la pantalla 122 directamente o a través del controlador de retroalimentación 140.

35 Si el controlador de retroalimentación 140 recibe señales de datos de comparación correspondientes a datos de distancia que se encuentran fuera del rango deseado durante un tiempo predeterminado, el controlador de retroalimentación 140 puede estar dispuesto para generar una señal de retroalimentación para controlar la unidad de vibración 128 con el fin de proporcionar al usuario una retroalimentación háptica que indique que no se ha alcanzado la distancia deseada durante el tiempo predeterminado.

40 La figura 3 muestra un segundo diagrama de flujo 300 de reconstrucción de datos de revestimiento, que puede realizarse en el sistema servidor 150 para comunicarse con un kit de sensores 100 para la pistola atomizadora 140, o en un dispositivo informático diferente, como un teléfono inteligente o una tableta. Más adelante se resumen brevemente las distintas partes del segundo diagrama de flujo 300:

- 302 Inicio
- 304 Obtener datos de revestimiento
- 306 Obtener datos del modelo de pintura
- 308 Supervisar datos de aceleración
- 45 310 ¿Cruce por cero?
- 312 Supervisar datos de flujo
- 314 ¿Flujo?
- 316 Supervisar datos de distancia
- 318 Supervisar datos de rotación
- 50 320 Supervisar datos de aceleración

- 322 Supervisar datos de flujo
- 324 Calcular datos de movimiento
- 326 Determinar la orientación de la superficie
- 328 Determinar el ángulo con respecto a la superficie
- 5 330 Calcular la intersección de la superficie con el cono de atomización
- 332 Determinar los parámetros de revestimiento en el plano de intersección
- 334 Sincronizar los datos de flujo y los datos del kit de sensores
- 336 Calcular la tasa de deposición del revestimiento en el plano de intersección
- 338 Calcular el grosor de la capa de revestimiento sobre la superficie
- 10 340 Calcular el grosor de la capa curada sobre la superficie
- 342 Supervisar los datos de flujo
- 344 ¿Flujo?
- 346 Fin

15 El procedimiento comienza en un terminador 302 y continúa con el paso 304, en el que se obtienen los datos de revestimiento. Dichos datos de revestimiento pueden obtenerse a partir de los datos recibidos de un usuario de la pistola atomizadora 140. La entrada puede proporcionarse manualmente, mediante la recepción de datos desde un teclado, mediante un escáner de códigos de barras, mediante la recepción de entradas a través de la selección de un icono, otros medios o una combinación de los mismos. Los datos de revestimiento comprenden características específicamente relacionadas con al menos uno de los siguientes: el líquido de revestimiento, como la viscosidad, la marca, el contenido de líquido de la solución, los datos sobre la reducción del grosor de la capa durante el curado, la distancia deseada a la superficie a revestir, otros, o una combinación de los mismos.

25 En el paso 306, se obtienen los datos del modelo de pintura. Los datos del modelo de pintura comprenden datos relacionados principalmente con la pistola atomizadora 140. Los datos del modelo de pintura comprenden datos sobre la estructura de la pistola atomizadora 140 y la estructura de un cono atomizador proporcionado por la boquilla 146. Los datos pueden ser bidimensionales, solo perpendiculares a la dirección de atomización, o tridimensionales. Los datos del modelo de pintura pueden comprender el promedio de la densidad de flujo, la mediana de la densidad de flujo, la densidad de flujo máxima, la densidad de flujo mínima, la densidad de flujo en función de la ubicación dentro del cono, el vértice del cono, la forma del cono (circular o elíptica no circular) y uno o más de estos parámetros que tienen un valor que depende de la distancia desde la pistola atomizadora 140 o la boquilla 141 hasta la superficie de la parte de la carrocería del automóvil, las características del material de revestimiento, la presión del aire, el flujo de aire, la velocidad del flujo de aire, otros, o una combinación de los mismos.

35 Los datos reales del cono de atomización pueden depender de las características del material de revestimiento, la presión del aire, la cantidad de movimiento del gatillo de la pistola atomizadora 140, la distancia a la parte de la carrocería del automóvil 144, otros factores o una combinación de los mismos. Los datos del modelo de pintura pueden obtenerse de la misma manera que los datos de revestimiento. Los datos así descritos como los que se obtienen pueden obtenerse de la memoria masiva 214 mediante la unidad de procesamiento 152.

40 En el paso 308 se supervisan los datos de aceleración recibidos del acelerómetro 132 que forma parte del kit de sensores 100. Si la aceleración en una dirección particular, en particular en una dirección perpendicular a la dirección de atomización y en una dirección izquierda-derecha cuando el operador sostiene la pistola atomizadora 140, cruza el cero al menos una vez y, preferiblemente, dos o más veces, se detecta, en el paso 310, que la pistola atomizadora 140 se está utilizando para atomizar.

45 Para reducir el riesgo de detección errónea, la detección de los cruces por cero del valor de aceleración puede combinarse con la determinación de que el periodo de tiempo entre dos o más cruces consecutivos es sustancialmente el mismo. De este modo, un movimiento oscilante de la pistola atomizadora 140 puede detectarse como una indicación de que el operador está realizando un trabajo de pintura.

50 Alternativa o adicionalmente, se pueden supervisar los datos de flujo. Los datos de flujo se pueden supervisar supervisando si se acciona el gatillo de la pistola atomizadora 140, por ejemplo, recibiendo una señal de un sensor de gatillo (no mostrado), que puede ser una señal binaria, digital o analógica continua. El caudal se

puede proporcionar con una marca de tiempo, lo que proporciona indicaciones del caudal en múltiples momentos, por ejemplo, consecutivos en el tiempo.

A partir de los datos de flujo, se puede determinar un caudal másico o un caudal volumétrico a través de la boquilla, por ejemplo, basándose en valores almacenados de la densidad del fluido de revestimiento. Al determinar si el gatillo está abierto o no y combinar el estado determinado del gatillo con un caudal nominal de la boquilla, opcionalmente a una o más presiones de aire del aire suministrado a la pistola atomizadora 140, se puede determinar un caudal másico total o un caudal volumétrico total en un momento particular en el que se acciona el gatillo. Determinando hasta qué punto o cuánto se acciona el gatillo, en combinación con una relación entre el accionamiento del gatillo y el caudal másico o el caudal volumétrico, se puede determinar un caudal real en un momento particular.

Alternativa o adicionalmente, se puede supervisar al menos uno de un flujo de aire y un flujo de material de revestimiento por medio de un sensor (no mostrado) y la señal proporcionada por dicho sensor se puede supervisar por medio de la unidad de procesamiento 152. De este modo, los datos de flujo total, flujo (caudal) másico o flujo (caudal) volumétrico, se pueden obtener directamente por medio de un sensor.

Si se detecta al menos uno de un flujo de aire, presión del gatillo y flujo del material de revestimiento se determina en el paso 314 que se ha iniciado el trabajo de atomización. En una realización, la determinación solo se realiza si la señal se detecta durante un periodo de tiempo superior a un intervalo de tiempo predeterminado.

Si basándose en la evaluación de los datos del sensor se ha determinado que ha comenzado el trabajo de pintura, en el paso 316 se supervisan los datos de distancia proporcionados por el módulo sensor de distancia 106, en el paso 318 se supervisan los datos de rotación proporcionados por el sensor de orientación 130, en el paso 320 se supervisan los datos de aceleración proporcionados por el acelerómetro 130 y en el paso 322 se supervisan los datos de flujo proporcionados por los sensores, tal y como se ha discutido anteriormente. Los pasos de supervisión pueden ejecutarse en paralelo o, de forma intermitente y repetida (entrelazada), en serie.

Basándose en los datos del acelerómetro, la velocidad a la que el operador mueve la pistola atomizadora 140 y la distancia a la que la operación mueve la pistola atomizadora 140 pueden calcularse integrando los datos recibidos del acelerómetro una o dos veces a lo largo del tiempo; esta acción puede ser realizada por la unidad de integración 160. Antes de la integración, los datos proporcionados por los acelerómetros pueden procesarse utilizando parámetros estadísticos, por ejemplo, eliminando los valores atípicos, suavizando una señal a lo largo del tiempo, por ejemplo, determinando un promedio móvil o una mediana móvil, determinando qué es un valor atípico, por ejemplo, basándose en una desviación estándar, por ejemplo, a lo largo del tiempo. De forma alternativa o adicional, las señales de datos de aceleración pueden filtrarse, por ejemplo, utilizando un filtro Kalman. De forma alternativa o adicional, los datos de desplazamiento se obtienen de forma diferente, por ejemplo, utilizando balizas en una sala de atomización.

Si la pistola atomizadora está correctamente apuntada a la parte de la carrocería del automóvil 144, los datos de aceleración en direcciones paralelas a la parte de la carrocería del automóvil 144 son suficientes, ya que la dirección de atomización siempre debe ser perpendicular a la superficie de la parte de la carrocería del automóvil. Sin embargo, esto puede no ser siempre así, por lo que es preferible procesar la aceleración en todas las direcciones.

En el paso 326, opcionalmente, se puede determinar la orientación de la superficie de la parte de la carrocería del automóvil 144. En una implementación, se supone que la superficie es horizontal o vertical.

En otra implementación, se supone que la pistola atomizadora se sostiene principalmente de forma perpendicular a la superficie. Basándose en los datos de orientación proporcionados por el sensor de orientación 130, se puede determinar la orientación de la superficie, suponiendo que la pistola atomizadora 140, al menos en promedio, sigue la superficie.

En el paso 328, se puede determinar la orientación de la pistola atomizadora 140 con respecto a la superficie de la parte de la carrocería del vehículo 144. En una implementación se pueden tener en cuenta los datos sobre la distancia a la superficie. Si el módulo sensor de distancia 106 comprende varios sensores de tiempo de vuelo u otros sensores con una funcionalidad equivalente y todas las distancias medidas son iguales, la pistola atomizadora 140 se apunta perpendicularmente a la superficie. Si las distancias son diferentes, se puede determinar una orientación de la pistola atomizadora 140 o la orientación del cono de atomización proporcionado por la boquilla 146, distinta de la perpendicular.

En una implementación en la que se supone que la superficie es horizontal o vertical, se pueden utilizar datos del sensor de orientación 130, en uno o más ejes, para determinar una orientación de la pistola atomizadora con respecto a la superficie.

En otra implementación, en la que la orientación de la superficie se determina utilizando los datos del módulo sensor de orientación 130, la orientación de la pistola atomizadora 140 con respecto a la superficie puede

determinarse detectando desviaciones en la señal de los sensores de orientación a partir de un promedio obtenido a lo largo del tiempo, por ejemplo, a lo largo de dos, cinco o diez segundos.

Basándose en los datos calculados en el paso 328, los datos del módulo sensor de distancia 106, los datos del modelo de pintura, los datos de revestimiento, otros datos, o una combinación de los mismos, en el paso 330 se determina una intersección o un plano de intersección del cono de atomización y la superficie de la parte de la carrocería del vehículo 144; esta acción puede ser realizada por la unidad de cálculo espacial 162. Con la información del plano de intersección se pueden determinar los parámetros de revestimiento en el plano de intersección, teniendo en cuenta los datos del modelo de pintura y, opcionalmente, los datos de revestimiento.

Con el modelo de pintura que comprende datos de densidad de flujo en función de una ubicación en el cono, en una representación numérica, una representación analítica, otros o una combinación de los mismos, se pueden determinar los parámetros de revestimiento y, en particular, los datos relacionados con la densidad de flujo en el paso 332. Para ubicaciones particulares en el plano de intersección, se puede determinar la masa o el volumen de revestimiento por volumen por punto de referencia por segundo u otra unidad de tiempo. De este modo, en el paso 334 se puede determinar la deposición de revestimiento, en masa, volumen o ambos, por unidad de superficie por unidad de tiempo.

Opcionalmente, se pueden tener en cuenta los datos de flujo en el modelo de deposición, si dichos datos están disponibles y varían con el tiempo. Preferiblemente, los datos de flujo y los datos del kit de sensores 100 se sincronizan en el tiempo en el paso 332, antes de determinar la tasa de deposición por unidad de área por tiempo; esto puede ser gestionado por la unidad de sincronización 166. Los datos del kit de sensores 100 y los datos de un sensor que proporciona una señal indicativa del flujo de material de revestimiento pueden marcarse con la hora utilizando datos de red a partir de una red a través de la cual ambos paquetes de sensores proporcionaron datos al servidor 150. También pueden considerarse otras fuentes de tiempo y, preferiblemente, una única fuente de tiempo o múltiples fuentes de tiempo sincronizadas.

Las figuras 4 A a 4 F muestran el resultado del paso 332. La figura 4 A muestra la boquilla 146 proporcionando un cono de atomización 148 a una primera distancia hacia la superficie de la parte de la carrocería del automóvil 144, depositando una capa 142 de material de revestimiento. La figura 4 B muestra una indicación de la densidad del flujo en el plano en el que el cono de atomización 148 se cruza con la superficie. Cuanto más oscuro es el color, mayor es la densidad del caudal. En la figura 4 B, se supone que el cono de atomización tiene una sección transversal elíptica, no circular, lo que corresponde a una cantidad significativa de pistolas atomizadoras disponibles en el mercado. Alternativamente, el cono de atomización definido por los datos del modelo de pintura puede tener una sección transversal circular.

La figura 4 C muestra la boquilla 146 a una segunda distancia de la superficie, siendo la segunda distancia menor que la primera distancia mostrada en la figura 4 A. La menor distancia da como resultado un área transversal menor en la sección transversal entre el cono de atomización 148 y la superficie de la parte de la carrocería del automóvil 144. Por lo tanto, la densidad de atomización elíptica representada en la figura 4 D es menor.

La distribución de la densidad dentro del área transversal es equivalente. Cabe señalar que la densidad total, en toda el área transversal, es decir, la integración de la densidad del flujo por unidad de área sobre el área transversal es preferiblemente la misma para la figura 4 B y la figura 4 D. En otra implementación se puede tener en cuenta la pérdida de material de revestimiento por distancia desde la boquilla 146.

La figura 4 E muestra la boquilla 146 colocada en ángulo con respecto a la superficie de la parte de la carrocería del automóvil 144. Con una sección transversal elíptica del cono de atomización 148, esto puede dar lugar a un área transversal 142 como se muestra en la figura 4 F. En otras realizaciones también se pueden tener en cuenta las oclusiones debidas a obstrucciones que sobresalen de la superficie o a hendiduras en la superficie al determinar la deposición de revestimiento sobre la superficie por unidad de área y por unidad de tiempo.

A continuación, teniendo en cuenta los datos representados en la figura 4 B, la figura 4 D y la figura 4 F, según sea aplicable, los datos de movimiento o los datos de desplazamiento obtenidos mediante la integración doble de los datos de aceleración, u otros datos indicativos de movimiento, y el tiempo, se puede determinar la cantidad total de material de revestimiento depositado en el paso 338. Una opción para hacerlo es mediante la circunvolución del movimiento de la pistola atomizadora a lo largo del tiempo y la velocidad de deposición a lo largo del tiempo, lo que puede ser manejado por la unidad de circunvolución 164. También se pueden tener en cuenta otros datos, incluyendo, entre otros, la presión ambiente, la temperatura ambiente y la humedad.

En el paso 340, los datos de revestimiento sobre el curado del material de revestimiento pueden utilizarse para determinar, basándose en el resultado del paso 338, un grosor de la capa de revestimiento después del curado, mediante la unidad de cálculo del procedimiento 168.

El procedimiento como se discutió anteriormente puede ejecutarse de forma continua, mientras continúa la atomización. En particular, el grosor final del revestimiento, antes o después del curado, puede determinarse

una vez finalizado el procedimiento de revestimiento. Alternativamente, algunos pasos se ejecutan cuando finaliza el trabajo de atomización.

- 5 El final del trabajo de atomización puede determinarse como el punto en el que los datos de flujo supervisados indican que no hay flujo, momentáneamente o durante un intervalo de tiempo particular. Alternativa o adicionalmente, la ausencia de detección de un movimiento oscilante, como se ha descrito anteriormente, también puede tenerse en cuenta para determinar que el procedimiento de atomización ha finalizado. Una vez finalizado el procedimiento, el procedimiento finaliza en un terminador 346.

- 10 En resumen, los diversos aspectos e implementaciones de la presente invención se refieren a la reconstrucción de una capa de revestimiento; midiendo la posición de una pistola atomizadora con respecto a una superficie física que se va a revestir, utilizando datos sobre las características técnicas de la pistola atomizadora, como el cono de atomización que puede producir, y datos sobre el fluido de revestimiento utilizado, se pueden reconstruir las características de una capa de revestimiento depositada físicamente. Al registrar los datos durante el trabajo de atomización, este procedimiento es más rápido y preciso que medir el grosor de la capa en diversas ubicaciones, ya sean predeterminados o aleatorios. Al determinar las características de flujo en un
- 15 cono de atomización y la posición del cono de atomización con respecto a la superficie a lo largo del tiempo y utilizando un modelo del cono de atomización, se puede determinar la deposición de la capa de revestimiento y reconstruir la capa final, curada o sin curar, incluido su grosor.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de seguimiento electrónico del revestimiento por atomización de un fluido de revestimiento sobre una superficie física mediante una pistola atomizadora dispuesta para atomizar el fluido de revestimiento en una dirección de atomización, el procedimiento comprende, en un sistema informático electrónico:
- 5 recibir, desde un módulo sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, el módulo sensor de distancia estando conectado a la pistola atomizadora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola atomizadora y la superficie;
- obtener, a partir de una memoria electrónica, datos de un modelo tridimensional de revestimiento de un cono de atomización asociado a la pistola atomizadora;
- 10 recibir, a partir de un sistema de detección de posición conectado a la pistola atomizadora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola atomizadora con respecto a una primera posición en la superficie física;
- calcular, basándose en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de revestimiento tridimensional, datos de área de deposición de revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional en un área de la superficie física por unidad de tiempo.
- 15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además calcular, basándose en los datos de distancia, los datos de posición, los datos de área de deposición de revestimiento y el tiempo, las características de una capa de fluido de revestimiento sobre la superficie física.
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
- 20 determinar, basándose en los datos de posición recibidos, si la pistola atomizadora se está moviendo con un movimiento oscilante;
- iniciar el cálculo si se determina que la pistola atomizadora se está moviendo con un movimiento oscilante.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
- 25 determinar una orientación de la pistola atomizadora y la dirección de atomización con respecto a la superficie física; y
- calcular los datos del área de deposición del revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional también basándose en la orientación.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que el módulo sensor de distancia comprende múltiples sensores de distancia y la determinación de la orientación comprende:
- 30 obtener múltiples valores de los sensores de distancia a partir de los múltiples sensores de distancia;
- determinar la orientación basándose en las diferencias entre los múltiples valores de los sensores de distancia.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cálculo de los datos del área de deposición del revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional comprende determinar los datos del fluido de revestimiento del plano de intersección del cono, basándose en los datos de distancia y los datos del modelo de revestimiento tridimensional; y
- 35 calcular los datos del área de deposición del revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional se basa en los datos del fluido de revestimiento del plano de intersección del cono.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
- recibir una entrada relacionada con la selección de un fluido de revestimiento predeterminado; y
- 40 obtener los datos del modelo de revestimiento tridimensional del cono de atomización asociado con la pistola atomizadora en respuesta al suministro de datos relacionados con el fluido de revestimiento predeterminado a la memoria electrónica.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además obtener datos de flujo de fluido de revestimiento que proporcionan una indicación de un caudal másico del fluido de revestimiento a través de la pistola atomizadora, el procedimiento comprende además ajustar los datos del modelo de revestimiento basándose en los datos de flujo de fluido de revestimiento.
- 45
9. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que los datos de flujo del fluido de revestimiento se proveen de una primera marca de tiempo, los datos de distancia se proveen de una segunda marca de tiempo y los

datos de posición se proveen de una tercera marca de tiempo, el procedimiento comprende además hacer coincidir los datos de flujo de fluido, los datos de distancia y los datos de posición a lo largo del tiempo basándose en la primera marca de tiempo, la segunda marca de tiempo y la tercera marca de tiempo.

10. Procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además:

- 5 obtener datos para proporcionar la primera marca de tiempo, la segunda marca de tiempo y la tercera marca de tiempo desde una fuente de red; y

proveer los datos de flujo de fluido de revestimiento de la primera marca de tiempo, los datos de distancia de la segunda marca de tiempo y los datos de posición de la tercera marca de tiempo.

- 10 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además calcular, basándose en los datos del área de deposición del revestimiento de la deposición del revestimiento por atomización posicional en el área de la superficie física por unidad de tiempo, el grosor de una capa de fluido de revestimiento sobre la superficie física.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, que comprende además:

obtener datos de curado relacionados con el fluido de revestimiento;

- 15 basándose en los datos de curado, determinar el grosor curado de una capa curada de fluido de revestimiento sobre la superficie física.

13. Dispositivo informático electrónico configurado para el seguimiento electrónico del revestimiento por atomización de un fluido de revestimiento sobre una superficie física mediante una pistola atomizadora dispuesta para atomizar el fluido de revestimiento en una dirección de atomización, el dispositivo comprende:

- 20 una unidad de comunicación dispuesta para:

recibir, desde un módulo sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, estando el módulo sensor de distancia conectado a la pistola atomizadora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola atomizadora y la superficie;

- 25 obtener, a partir de una memoria electrónica, datos de un modelo de revestimiento tridimensional de un cono de atomización asociado a la pistola atomizadora;

recibir, a partir de un sistema de detección de posición conectado a la pistola atomizadora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola atomizadora con respecto a una primera posición en la superficie física; y

- 30 una unidad de procesamiento dispuesta para calcular, basándose en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de revestimiento tridimensional, datos de área de deposición de revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional en un área de la superficie física por unidad de tiempo.

- 35 14. Producto de programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que hacen que un ordenador, cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador comprendido en el ordenador, ejecute un procedimiento de seguimiento electrónico del revestimiento por atomización de un fluido de revestimiento sobre una superficie física mediante una pistola atomizadora dispuesta para atomizar el fluido de revestimiento en una dirección de atomización, el procedimiento comprende:

recibir, desde un módulo sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, estando el módulo sensor de distancia conectado a la pistola atomizadora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola atomizadora y la superficie;

- 40 obtener, a partir de una memoria electrónica, datos del modelo de revestimiento tridimensional de un cono de atomización asociado a la pistola atomizadora;

recibir, a partir de un sistema de detección de posición conectado a la pistola atomizadora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola atomizadora con respecto a una primera posición en la superficie física;

- 45 calcular, basándose en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de revestimiento tridimensional, datos de área de deposición de revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional en un área de la superficie física por unidad de tiempo.

- 50 15. Medio no transitorio que tiene almacenado un producto de programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que hacen que un ordenador, cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador comprendido en el ordenador, ejecute un procedimiento de seguimiento electrónico del

revestimiento por atomización de un fluido de revestimiento sobre una superficie física mediante una pistola atomizadora dispuesta para atomizar el fluido de revestimiento en una dirección de atomización, el procedimiento comprende:

- 5 recibir, desde un módulo sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, estando el módulo sensor de distancia conectado a la pistola atomizadora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola atomizadora y la superficie;
- obtener, a partir de una memoria electrónica, datos del modelo de revestimiento tridimensional de un cono de atomización asociado a la pistola atomizadora;
- 10 recibir, a partir de un sistema de detección de posición conectado a la pistola atomizadora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola atomizadora con respecto a una primera posición en la superficie física;
- calcular, basándose en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de revestimiento tridimensional, datos de área de deposición de revestimiento de la deposición de revestimiento por atomización posicional en un área de la superficie física por unidad de tiempo.

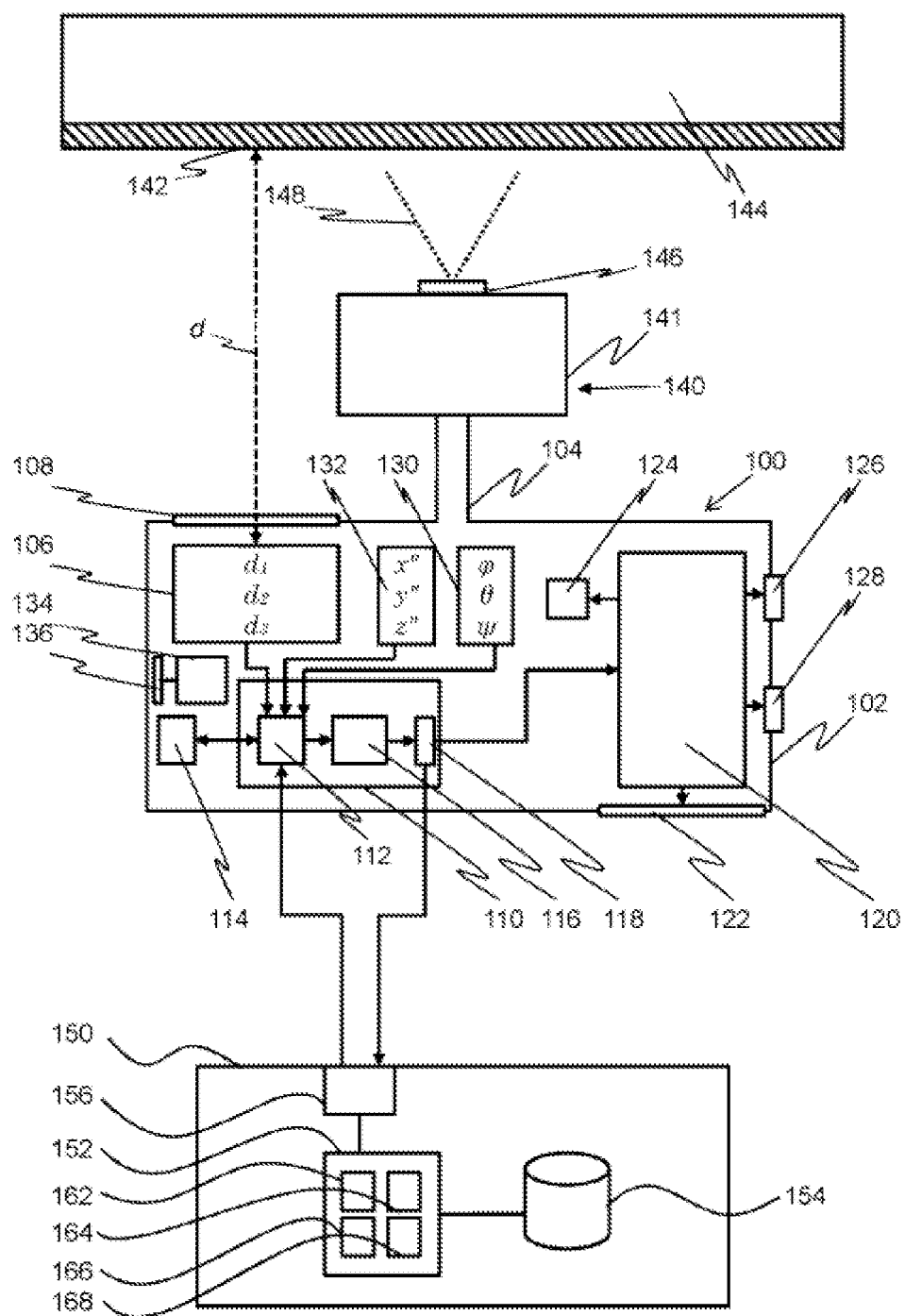


Fig. 1

200

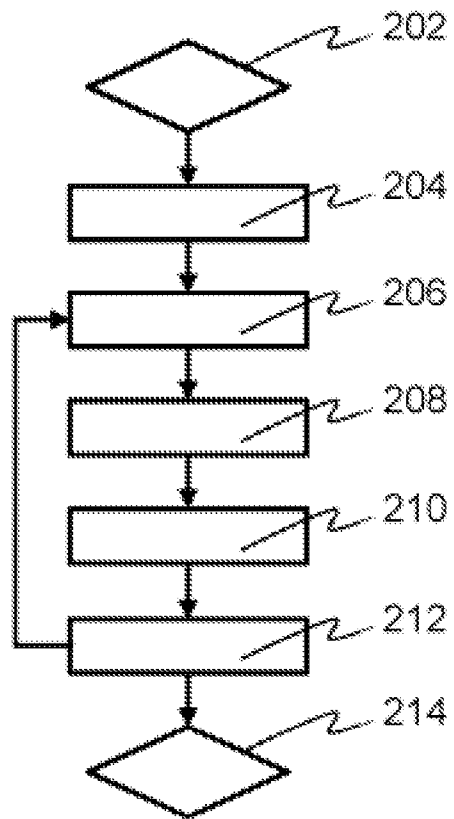


Fig. 2

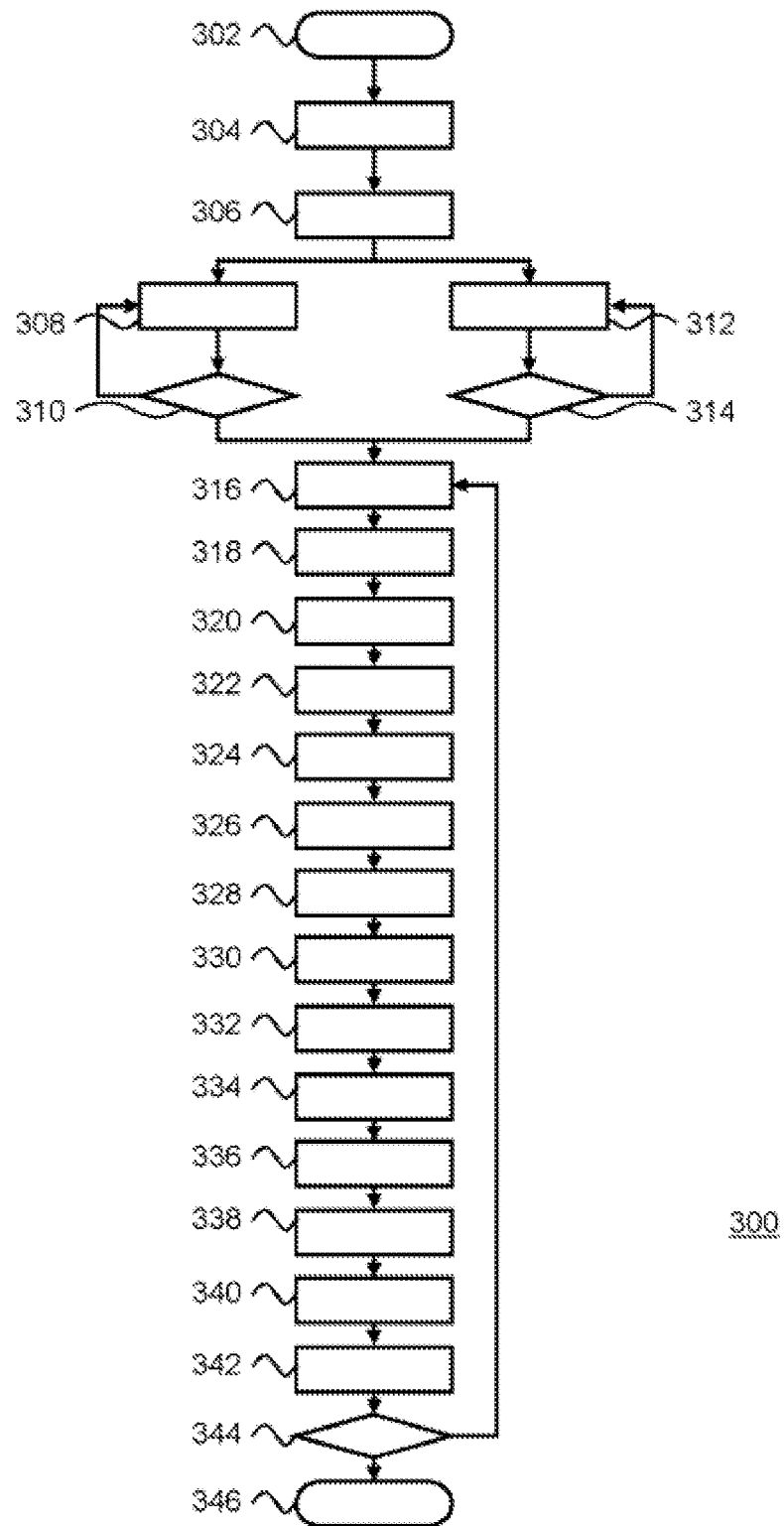


Fig. 3

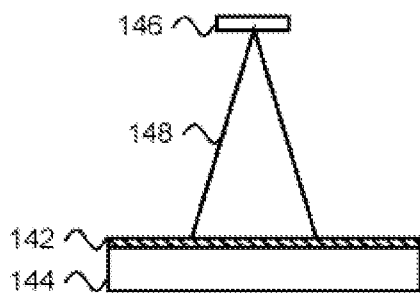


Fig. 4 A

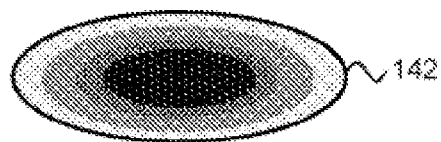


Fig. 4 B

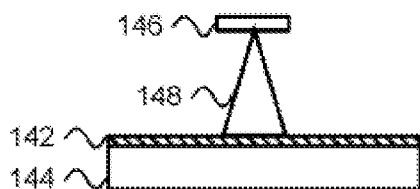


Fig. 4 C



Fig. 4 D

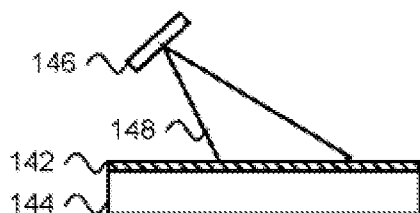


Fig. 4 E

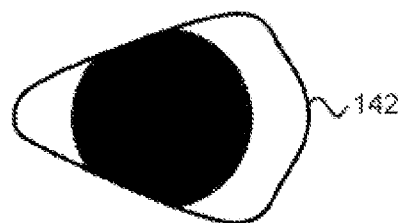


Fig. 4 F