

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 615**

51 Int. Cl.:

B05B 12/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2021** **E 21208568 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2024** **EP 4035779**

54 Título: **Método de rastreo electrónicamente de deposición física de material de recubrimiento**

30 Prioridad:

27.01.2021 NL 2027445

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

13.05.2024

73 Titular/es:

PROXCONTROL IP B.V. (100.0%)

Bronsstraat 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 2 968 615 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

Método de rastreo electrónicamente de deposición física de material de recubrimiento

Campo técnico

5 La invención se relaciona con un kit de sensor para una pistola aspersora y procesamiento de datos recibidos desde el kit de sensor.

Antecedentes

10 La pintura en aspersión es una técnica de uso de una pistola aspersora para asperjar un recubrimiento a través del aire sobre una superficie. El recubrimiento puede ser una pintura, tinta, barniz, capa transparente, o cualquier otro tipo de recubrimiento. Un operador puede sostener en la mano una pistola aspersora, y puede requerir habilidad significativa para aplicar un recubrimiento delgado con espesor de capa constante. Ya sea que operador tenga habilidad o no, el espesor final de la capa puede variar, lo cual puede tener un impacto en la durabilidad del recubrimiento y la fiabilidad de sensores cubiertos por el recubrimiento, como sistemas de radar de proximidad de coches. El documento US2005/242205A1 muestra un método conocido de rastreo electrónicamente de recubrimiento por aspersión.

15 Resumen

Con el fin de rastrear el resultado del proceso de recubrimiento, se prefiere tener datos sobre la capa final de recubrimiento disponible, en particular con respecto a una cantidad de material de recubrimiento disponible sobre la superficie a recubrir, por unidad de área.

20 Un primer aspecto proporciona un método de rastreo electrónicamente de recubrimiento por aspersión de un fluido de recubrimiento sobre una superficie física mediante una pistola aspersora dispuesta para asperjar el fluido de recubrimiento en una dirección de aspersión. El método comprende, en un sistema informático electrónico 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 aspersora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola aspersora y la superficie, obtener, desde una memoria electrónica, datos de modelo de recubrimiento tridimensional de un cono de aspersión asociado con la pistola aspersora y recibir, desde un sistema de detección posicional conectado a la pistola aspersora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola aspersora en relación con una primera posición sobre la superficie física. El método comprende además calcular, con base en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de recubrimiento tridimensional, datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre un área de la superficie física por unidad de tiempo. Además de esto, el método comprende obtener datos de curado relacionados con el fluido de recubrimiento, calcular, con base en los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre el área de la superficie física por unidad de tiempo, espesor de una capa de fluido de recubrimiento sobre la superficie física y con base en los datos de curado, determinar espesor curado de una capa curada de fluido de recubrimiento sobre la superficie física.

35 Las pistolas aspersoras para asperjar fluidos de recubrimiento son instrumentos de precisión, cuyas características son bien conocidas. Una característica particular es la conformación del cono de aspersión, la tasa de flujo de fluido de recubrimiento y la densidad de fluido en el cono de aspersión. Con la tasa de flujo o velocidad y otras características de gotitas, se puede construir un modelo del cono de aspersión, un modelo de recubrimiento tridimensional. Tal modelo puede comprender, en diversas ubicaciones en el cono, por ejemplo en puntos de rejilla regulares, representando cada punto de rejilla un volumen particular, un flujo másico o flujo volumétrico dentro del volumen particular. Con los datos de distancia, se puede determinar la ubicación de la superficie física sobre la cual incide el fluido de recubrimiento que se conoce en relación con la boquilla de la pistola aspersora. Y con esa información, el flujo másico o flujo volumétrico de fluido de recubrimiento dentro del cono de aspersión en la superficie física se puede determinar como deposición posicional de pintura en aspersión, en este caso por unidad de tiempo.

45 En aplicaciones particulares, el espesor de la capa curada es relevante, en particular en ciertas ubicaciones en la superficie física. El espesor de la capa curada es generalmente menor que el espesor de una capa que acaba de ser asperjada. La relación entre una capa recién asperjada, que puede estar húmeda, y una capa curada, que puede estar seca, puede ser lineal o no lineal.

50 Una implementación del primer aspecto comprende además calcular, con base en los datos de distancia, los datos de posición, los datos de área de deposición de recubrimiento y tiempo, características de una capa de fluido de recubrimiento sobre la superficie física. Con una tasa de deposición de fluido de recubrimiento conocida en un plano donde se intersecan la superficie física y el cono de aspersión, se puede calcular la formación de una capa en virtud de esa deposición, incluyendo características de esa capa.

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

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

Al integrar la aceleración una vez a lo largo del tiempo, se pueden determinar los datos de velocidad. Al integrar la velocidad a lo largo del tiempo - o al integrar la aceleración a lo largo del tiempo - se puede calcular el desplazamiento del kit de sensor. Y con el kit de sensor unido a una pistola aspersora con una posición y orientación predeterminadas de la boquilla de la pistola aspersora, se pueden calcular la velocidad y desplazamiento de la boquilla. Y con esto, se puede determinar el desplazamiento del cono de aspersión. Con las direcciones perpendiculares a la dirección de aspersión de la boquilla y una suposición de que un operador siempre asperjará en una dirección perpendicular a la superficie física a asperjar, se puede determinar el desplazamiento del cono de aspersión y el plano de intersección del cono de aspersión y la superficie. Estos datos pueden usarse para determinar la deposición del fluido de recubrimiento sobre la superficie a lo largo del tiempo, sobre un área sobre la cual se desplaza el cono. Adicionalmente, se pueden usar otros datos, como datos de distancia.

Aún otra implementación comprende además determinar, con base en los datos de posición recibidos, si la pistola aspersora está moviéndose en un movimiento de balanceo e iniciar el cálculo si se determina que la pistola aspersora está moviéndose en un movimiento de balanceo. La aspersión de fluidos de recubrimiento se hace principalmente balanceando la pistola aspersora. Preferiblemente se mantiene una cantidad de accionadores en el kit de aspersión lo más baja posible, si es posible se eliminan tales entradas accionables. Mediante la detección automática de un inicio del proceso de aspersión, puede que no se requiera ningún actuador para iniciar el registro de datos.

En aún una implementación adicional, el sistema de detección posicional que comprende al menos uno de un primer acelerómetro y un segundo acelerómetro y que determina si la pistola aspersora está moviéndose en un movimiento de balanceo 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. El balanceo se puede realizar de lado, hacia arriba y hacia abajo o una combinación de los mismos. En las extremidades de un balanceo y en el medio de un balanceo, el valor de la aceleración cambiará de signo.

De nuevo en una realización adicional, determinar si la pistola aspersora está moviéndose en un movimiento de balanceo 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 período de tiempo entre un primer cambio de signo y un segundo cambio de signo varía desde un segundo período de tiempo entre el segundo cambio de signo y un tercer cambio de signo en menos de una cantidad predeterminada. En un balanceo completo, desde una extremidad a otra extremidad, incluyendo las extremidades, la aceleración cambiará de signo tres veces. En un balanceo uniforme, los períodos de tiempo entre el cruce por cero serán sustancialmente los mismos - más o menos 2% a 5% o posiblemente 5% a 10%.

De nuevo otra implementación comprende además determinar una orientación de la pistola aspersora y la dirección de aspersión en relación con la superficie física y calcular los datos de área de deposición de recubrimiento de la deposición de recubrimiento por asperjado posicional también se basa en la orientación. En caso de que la dirección de aspersión de la pistola aspersora no apunte perpendicularmente a la superficie física sobre la cual va a ser depositada pintura u otro recubrimiento, el fluido de recubrimiento no podrá depositarse en el área circular o elíptica prevista, sino en un área que tenga una conformación diferente. El uso de datos sobre la orientación del cono de aspersión en relación con la superficie física y el uso de datos de ángulos en particular ayuda en esta cuestión.

En una implementación adicional, el módulo sensor de distancia comprende múltiples sensores de distancia y determinar la orientación comprende obtener múltiples valores de sensor de distancia a partir de que comprende múltiples sensores de distancia y determinar la orientación con base en diferencias entre los múltiples valores de sensor de distancia. Con sensores de distancia provistos en un plano perpendicular a la dirección de aspersión, las distancias detectadas son sustancialmente iguales. Si el kit de sensor y con ello, la dirección de aspersión no se proporciona a la superficie física en una dirección perpendicular, las medidas de distancias son diferentes y con ello, también los valores de sensor. A partir de los valores de sensor, se puede determinar el ángulo.

Otra implementación comprende además recibir, desde el sistema de detección posicional, datos de rotación indicativos de una posición de rotación de la pistola aspersora transversal a la dirección de aspersión y determinar, con base en los datos de posición y los datos de rotación, la orientación. Esto proporciona otra forma de determinar la orientación.

De nuevo en otra implementación, calcular los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional comprende determinar datos de fluido de recubrimiento de plano de intersección de cono, con base en los datos de distancia y los datos de modelo de recubrimiento tridimensional y calcular los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional se basa en los datos de fluido de recubrimiento de plano de intersección de cono. Los datos de fluido de recubrimiento de plano de intersección de cono pueden comprender datos sobre una tasa de deposición en un área particular, por

ejemplo volumen o masa. La intersección de cono y superficie física define un área y la deposición puede determinarse en esa área. Y si se usan datos de desplazamiento a lo largo del tiempo, se puede determinar una capa y espesor de los mismos sobre la superficie física.

De nuevo otra implementación comprende además recibir una entrada relacionada con la selección de un fluido de recubrimiento predeterminado; y obtener los datos de modelo de recubrimiento tridimensional del cono de aspersión asociado con la pistola aspersora en respuesta a proporcionar datos relacionados con el fluido de recubrimiento predeterminado a la memoria electrónica. Los diferentes tipos de recubrimiento tienen características diferentes. Con esta implementación, se pueden tener en cuenta diferentes características, proporcionando datos más precisos. Adicional o alternativamente, se pueden tener en cuenta otros datos como humedad, temperatura, otros datos ambientales sobre un entorno ambiental, otros datos, o una combinación de los mismos.

De nuevo una implementación adicional comprende además obtener datos de flujo de fluido de recubrimiento que proporcionan una indicación de una tasa de flujo másico del fluido de recubrimiento a través de la pistola aspersora y ajustar los datos de modelo de recubrimiento con base en los datos de flujo de fluido de recubrimiento. Diferentes tipos de recubrimiento pueden tener diferentes características de aspersión, como tamaño de gotita, densidad de gotita, viscosidad, masa relativa, dependencia de tasa de flujo en presión de aire y/o flujo de aire, otros, o una combinación de los mismos. Esta implementación tiene eso en cuenta, proporcionando datos más precisos. Los datos de fluido de recubrimiento pueden indicarse mediante un flujo másico o flujo volumétrico medido directa o indirectamente de fluido de recubrimiento. Se puede medir y determinar un flujo de fluido de recubrimiento real. Alternativa o adicionalmente, el flujo de aire, opcionalmente con características que incluyen al menos uno de presión, flujo másico, velocidad de flujo, diámetro de orificio de ducto de suministro, otros, o una combinación de los mismos y el flujo de fluido de recubrimiento se puede determinar con base en el flujo de aire y, opcionalmente, otros parámetros.

En aún una implementación adicional, los datos de flujo de fluido de recubrimiento 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, comprendiendo el método además hacer coincidir los datos de flujo de fluido, los datos de distancia y los datos de posición a lo largo del tiempo con base en la primera marca de tiempo, la segunda marca de tiempo y la tercera marca de tiempo. Puede que no sea posible determinar los datos de flujo con el kit de sensor, ya que puede requerir contacto directo con un flujo de fluido de recubrimiento y/o aire y el kit de sensor es preferiblemente de manera conveniente desmontable de la pistola aspersora. Por tanto, si van a ser usados datos desde múltiples entidades a lo largo del tiempo, los datos se pueden sincronizar usando marcas de tiempo haciendo coincidir las marcas de tiempo y alineando los datos con base en marcas de tiempo coincidentes.

Aún 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 desde una fuente de red y proporcionar los datos de flujo de fluido de recubrimiento con la primera marca de tiempo, los datos de distancia con la segunda marca de tiempo y los datos de posición con la tercera marca de tiempo. Se pueden disponer enrutadores de red, cableados e inalámbricos, para proporcionar datos de temporización. Con tales datos de temporización que se sincronizan, puede servir proporcionar marcas de tiempo adecuadas para sincronización.

Otra implementación comprende además calcular, con base en los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre el área de la superficie física por unidad de tiempo, espesor de una capa de fluido de recubrimiento sobre la superficie física. Con un flujo másico total disponible, la distribución del flujo sobre el cono y la ubicación de la superficie física en relación con el cono a lo largo del tiempo, la deposición total de fluido de recubrimiento por unidad de área se puede determinar a lo largo del tiempo. En el momento en que finaliza el trabajo de aspersión, se puede determinar el espesor de una capa.

Un segundo aspecto proporciona un dispositivo informático electrónico configurado para rastreo electrónicamente de recubrimiento por aspersión de un fluido de recubrimiento sobre una superficie física mediante una pistola aspersora dispuesta para asperjar el fluido de recubrimiento en una dirección de aspersión. El dispositivo comprende 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 aspersora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola aspersora y la superficie, obtener, desde una memoria electrónica, datos de modelo de recubrimiento tridimensional de un cono de aspersión asociado con la pistola aspersora, recibir, desde un sistema de detección posicional conectado a la pistola aspersora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola aspersora en relación con una primera posición sobre la superficie física y obtener datos de curado relacionados con el fluido de recubrimiento. El dispositivo comprende además una unidad de procesamiento dispuesta para calcular, con base en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de recubrimiento tridimensional, datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre un área de la superficie física por unidad de tiempo, calcular, con base en los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre el área de la superficie física por unidad de tiempo, espesor de una capa de fluido de recubrimiento en la superficie física y con base en los datos de curado, determinar espesor curado de una capa curada de fluido de recubrimiento sobre la superficie física. El segundo aspecto comprende un dispositivo dispuesto para ejecutar el método de acuerdo con el primer aspecto.

Un tercer aspecto proporciona un producto de programa de ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que provocan que un ordenador, cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador compuesto por el ordenador, ejecute un método de rastreo electrónicamente de recubrimiento por aspersión de un fluido de recubrimiento sobre una superficie física mediante una pistola aspersora dispuesta para asperjar el fluido de recubrimiento en una dirección de aspersión. El método 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 aspersora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola aspersora y la superficie, obtener, desde una memoria electrónica, datos de modelo de recubrimiento tridimensional de un cono de aspersión asociado con la pistola aspersora, recibir, desde un sistema de detección posicional conectado a la pistola aspersora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola aspersora en relación con una primera posición en la superficie física y calcular, con base en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de recubrimiento tridimensional, datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional en un área de la superficie física por unidad de tiempo, obtener datos de curado relacionados con el fluido de recubrimiento, calcular, con base en los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre el área de la superficie física por unidad de tiempo, espesor de una capa de fluido de recubrimiento sobre la superficie física y con base en los datos de curado, determinar espesor curado de una capa curada de fluido de recubrimiento en la superficie física. El tercer aspecto se relaciona con un producto de programa de ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que provocan que un ordenador, cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador compuesto por el ordenador, ejecute el método de acuerdo con el primer aspecto.

Un cuarto aspecto proporciona un medio no transitorio que tiene almacenado en el mismo un producto de programa de ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que provocan que un ordenador, cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador compuesto por el ordenador, ejecute un método de rastreo electrónicamente de recubrimiento por aspersión de un fluido de recubrimiento sobre una superficie física mediante una pistola aspersora dispuesta para asperjar el fluido de recubrimiento en una dirección de aspersión. El método 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 aspersora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola aspersora y la superficie, obtener, desde una memoria electrónica, datos de modelo de recubrimiento tridimensional de un cono de aspersión asociado con la pistola aspersora, recibir, desde un sistema de detección posicional conectado a la pistola aspersora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola aspersora en relación con una primera posición en la superficie física y calcular, con base en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de recubrimiento tridimensional, datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional en un área de la superficie física por unidad de tiempo obtener datos de curado relacionados con el fluido de recubrimiento, calcular, con base en los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre el área de la superficie física por unidad de tiempo, espesor de una capa de fluido de recubrimiento en la superficie física y con base en los datos de curado, determinar espesor curado de una capa curada de fluido de recubrimiento en la superficie física. El cuarto aspecto comprende un medio no transitorio que tiene almacenado en el mismo un producto de programa de ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que provocan que un ordenador, cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador compuesto por el ordenador, ejecute un método de acuerdo con el primer aspecto.

Breve descripción de los dibujos

Los diversos aspectos y realizaciones de los mismos se discutirán ahora con detalle adicional en conjunto con los dibujos. Los dibujos muestran posibles implementaciones de los diversos aspectos y realizaciones de los mismos y se proporcionan como ejemplos y no como alguna limitación a la materia objeto de las reivindicaciones. En la figura,

Figura 1: muestra una visión general esquemática de un ejemplo de un kit de sensor, una pistola aspersora y una superficie;

Figura 2: muestra un primer diagrama de flujo de un método para generar una señal de retroalimentación en un kit de sensor para una pistola aspersora;

Figura 3: muestra un segundo diagrama de flujo de un método para reconstruir datos de recubrimiento; y

Figura 4A a 4F: muestran diversos ejemplos de orientaciones de la boquilla y secciones transversales de la superficie a recubrir y el cono de aspersión.

Descripción detallada

La figura 1 representa una visión general esquemática de una realización de un kit 100 de sensor que comprende un cuerpo 102 de kit de sensor como un alojamiento. El cuerpo 102 de kit de sensor comprende un conector 104 de pistola aspersora como módulo de conexión. Una pistola 140 aspersora está conectada al cuerpo 102 a través del conector 104. La pistola 140 aspersora comprende un alojamiento 141 de pistola aspersora. La pistola 140 aspersora puede ser por ejemplo una pistola aspersora de alto volumen de baja presión (HVLP).

Aunque el cuerpo 102 de kit de sensor se representa esquemáticamente en la figura 1 como un rectángulo, en diferentes realizaciones el cuerpo 102 puede tener una conformación diferente. Por ejemplo, el cuerpo 102 puede

conformarse alrededor de la conformación del alojamiento 141 de pistola aspersora al cual está dispuesto para conectarse. La conformación del cuerpo 102 y/o centro de gravedad del kit 100 de sensor también se puede adaptar de tal manera que, cuando se una a la pistola 140 aspersora, el centro de gravedad de la pistola 140 aspersora se mantenga dentro de un rango deseado. Como tal, el manejo de la pistola 140 aspersora puede afectarse mínimamente conectando el kit 100 de sensor.

La pistola 140 aspersora se puede usar para aplicar una capa de pintura 142 como un recubrimiento sobre una parte 144 de carrocería como una superficie. La pistola 140 aspersora comprende una boquilla 146 desde la cual se puede expulsar una niebla de pintura 148 en aerosol, y una entrada para recibir la pintura como una sustancia de recubrimiento. La pistola 140 aspersora puede ser una pistola 140 aspersora de mano, que comprende un activador que un usuario puede operar para controlar la expulsión de pintura 148 desde la pistola 140 aspersora a una cierta tasa.

El activador puede controlar un área de rendimiento de un conducto que lleva pintura u otro fluido de recubrimiento a la boquilla. Alternativa o adicionalmente, el activador - u otro activador o una perilla de control - puede controlar una posición de una aguja de control en un orificio de rendimiento, por ejemplo la boquilla 146 u otro orificio. En una realización, se puede usar una aguja de control para controlar con precisión un flujo de fluido de recubrimiento y se puede usar un activador para conmutar entre un estado "encendido" uno "apagado" de la boquilla. Además del mecanismo de control preciso, el flujo de fluido de recubrimiento también puede controlarse variando la presión bajo la cual se proporciona el fluido de recubrimiento. Uno o más de los ajustes de control de precisión, la presión de fluido de recubrimiento y el estado de activador pueden considerarse como parámetros opcionales de trabajo de aspersión.

El usuario puede mover y reorientar la pistola 140 aspersora como desee, y de ese modo moverla más lejos de la parte 144 de carrocería o más cerca a la parte 144 de carrocería con una cierta velocidad y aceleración. El usuario puede orientar además la pistola 140 aspersora como desee, y de este modo cambiar la orientación de la boquilla 146 en relación con la parte 144 de carrocería de tal manera que la pintura pueda aplicarse desde diferentes ángulos de aproximación.

En el cuerpo 102 de kit de sensor se proporciona un módulo 106 sensor de distancia que comprende uno o más sensores de tiempo de vuelo como sensores de proximidad compuestos por el módulo 106 sensor de distancia. Los sensores de tiempo de vuelo están dispuestos para obtener datos de distancia como valores de parámetros de trabajo de aspersión en las distancias d1, d2 y d3 entre cada uno de los sensores y la parte 144 de carrocería y/o la capa de pintura 142. Como tal, los sensores de tiempo de vuelo en el módulo 106 sensor de distancia preferiblemente miran en la misma dirección que la boquilla 146 cuando el kit 100 de sensor está conectado a la pistola 140 aspersora, ya que la boquilla 146 también mirará a la parte 144 de carrocería y/o la capa de pintura 142.

Los sensores de tiempo de vuelo como el sensor de proximidad pueden comprender un láser o LED como un transmisor óptico dispuesto para emitir un rayo láser como una señal óptica emitida. Los sensores de tiempo de vuelo pueden comprender además un receptor óptico para recibir una señal óptica reflejada como un reflejo del rayo láser. Puede usarse un procesador de proximidad para determinar una distancia de aspersión entre los sensores de tiempo de vuelo y la superficie 144 con base 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 de infrarrojo cercano, por ejemplo entre 800 y 1140 nm, más en particular entre 900 nm y 1000 nm y lo más preferiblemente 940 nm. La radiación electromagnética de tal onda no es visible; puede recorrer a través de sustancia que puede parecer opaca al ojo humano, pero que es transparente para la radiación electromagnética entre 900 nm y 1000 nm y 940 nm en particular.

El cuerpo 102 de kit de sensor puede comprender materiales no translúcidos, y como tal la luz emitida por los sensores de tiempo de vuelo puede obstaculizarse por el cuerpo 102 de kit de sensor. En la realización de la figura 1, el cuerpo 102 de kit de sensor comprende como una opción una ventana 108 de visualización al menos parcialmente translúcida a través de la cual puede pasar la luz emitida por y reflejada de vuelta a los sensores de tiempo de vuelo. Alternativamente, al menos parte del cuerpo 102 de kit de sensor a través del cual debe pasar luz puede estar hecho de material que sea al menos parcialmente translúcido para longitudes de onda de luz usadas 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 espaciados a tal distancia que a una distancia de aspersión normal, entre 20 centímetros y 50 centímetros, sus luces no interfieren. Como tal, se pueden obtener valores diferentes para las distancias d1, d2 y d3, en particular si el kit 100 de sensor está inclinado en relación con la superficie de la parte 144 de carrocería.

En la realización de la figura 1, el kit 100 de sensor comprende un microcontrolador 110 como una unidad de procesamiento. El microcontrolador 110 comprende una entrada 112 de datos como un módulo de entrada, dispuesto 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 106 de tiempo de vuelo a la entrada 112 de datos del microcontrolador 110, y también opcionalmente almacenados en la memoria 114.

El microcontrolador 110 está en la realización del kit 100 de sensor proporcionado dentro del cuerpo 102 de kit de sensor. También se prevén realizaciones del kit 100 de sensor en donde se proporciona otro microcontrolador como

parte de la unidad de procesamiento fuera del cuerpo 102 de kit de sensor. Este otro microcontrolador puede por ejemplo estar compuesto por uno o más dispositivos de ordenador externos, tales como un servidor, teléfono inteligente, tableta, cualquier otro dispositivo de ordenador, o cualquier combinación de los mismos.

- 5 Cuando al menos parte de la unidad de procesamiento se proporciona fuera del cuerpo 102 de kit de sensor, se puede proporcionar una conexión cableada o inalámbrica entre el módulo sensor y el microcontrolador 110 de tal manera que se haga posible el intercambio de datos. Cuando se usa una conexión inalámbrica, por ejemplo se puede usar NFC, Bluetooth, Wi-Fi o cualquier otro protocolo para intercambio de datos.

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

- 15 El módulo 116 de comparación 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 118 de salida, que puede disponerse y usarse para enviar la señal de datos de comparación a otros componentes del kit 100 de sensor. En realizaciones, el módulo 118 de salida puede estar compuesto por la unidad de procesamiento, el módulo de comparación, el módulo sensor, o por el kit 100 de sensor en general.

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

- 25 Para proporcionar retroalimentación a un usuario que usa la pistola 140 aspersora con el kit 100 de sensor, un controlador 120 de retroalimentación como un módulo de retroalimentación de usuario está compuesto por el kit 100 de sensor. El controlador 120 de retroalimentación está dispuesto para generar una señal de retroalimentación de usuario basada en al menos parte de la señal de datos de comparación. El controlador 120 de retroalimentación puede estar dispuesto además para recibir al menos parte de la señal de datos de comparación desde la salida 118 de datos y/o recuperar al menos parte de la señal de datos de comparación de la memoria 144.

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

- 35 El controlador 120 de retroalimentación 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 representa como colocada en el cuerpo 102 de kit de sensor. En realizaciones, la pantalla 122 también puede colocarse en una ubicación diferente, y la pantalla 122 puede ser por ejemplo una pantalla de un teléfono inteligente, tableta, pantalla frontal (HUD), reloj inteligente, gafas inteligentes, o cualquier otra pantalla.

- 40 Para obtener datos de orientación indicativos de una orientación de la pistola 140 aspersora, realizaciones del kit 100 de sensor pueden comprender un sensor 130 de orientación que puede ser un sensor 130 de orientación absoluta o relativa. El sensor 130 de orientación puede comprender un magnetómetro, acelerómetro, brújula, giroscopio, cualquier otro sensor o cualquier combinación de los mismos. El sensor 130 de orientación está dispuesto para medir ángulos del kit de sensor y preferiblemente un ángulo en relación con 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 aspersión de la boquilla 146, una segunda rotación θ sobre un segundo eje perpendicular a la dirección de aspersión y perpendicular al primer eje y una tercera rotación ψ sobre un tercer eje paralelo a la dirección de aspersión.

- 50 Como tal, los datos de orientación pueden comprender datos indicativos de un balanceo, guiñada y cabeceo de la pistola 140 aspersora. Debido a que el cuerpo 102 de alojamiento está preferiblemente conectado rígidamente a la pistola 140 aspersora, el balanceo, guiñada, y cabeceo del sensor 130 de orientación pueden corresponder sustancialmente al balanceo, guiñada, y cabeceo de la pistola 140 aspersora o al menos pueden transformarse al balanceo, guiñada, y cabeceo de la pistola 140 aspersora. Cualquier parámetro o parámetros de salida del sensor 130 de orientación se pueden considerar como parámetros opcionales de trabajo de aspersión.

Adicional o alternativamente, el sensor 130 de orientación está dispuesto para determinar al menos un ángulo del sensor de orientación en relación con un plano de referencia. El plano de referencia puede ser por ejemplo un plano

horizontal, un plano vertical, o un plano que representa la superficie 144 sobre la cual va a ser aplicado el recubrimiento 142.

Para obtener datos de movimiento indicativos de un movimiento de la pistola 140 aspersora, realizaciones del kit 100 de sensor pueden comprender un acelerómetro 132 como un ejemplo de un 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 discutió 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 140 aspersora en una o más direcciones. Debido a que el cuerpo 102 de alojamiento está preferiblemente conectado rígidamente a la pistola 140 aspersora, la velocidad y/o aceleración del sensor 132 de movimiento puede corresponder sustancialmente a la velocidad y/o aceleración de la pistola 140 aspersora o al menos puede transformarse a la velocidad y/o aceleración de la pistola 140 aspersora. Uno o más de la velocidad, aceleración y desplazamiento - ya sea como escalar o vectorial - pueden considerarse como parámetros opcionales de trabajo de aspersión.

Como una opción, la realización del kit 100 de sensor como se muestra en la figura 1 comprende un altavoz 126 como un altavoz 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 frecuencia diferente para indicar un tipo específico de retroalimentación al usuario.

Como una opción adicional, la realización del kit 100 de sensor como se muestra en la figura 1 comprende una unidad 128 de vibración como un módulo háptico para proporcionar una vibración como una señal háptica basada en la señal de retroalimentación. La vibración puede transferirse a través de la conexión 104 al cuerpo 141 de pistola aspersora que puede ser sostenido por el usuario de la pistola 140 aspersora. Por tanto, el usuario puede sentir la vibración cuando sostiene la pistola 140 aspersora.

Como una opción aún adicional, se prevén realizaciones del kit 100 de sensor en donde el módulo sensor comprende un sensor de temperatura para obtener datos de temperatura indicativos de una temperatura de la superficie 144 que va a ser pintada por aspersión. En tales realizaciones, los valores de parámetros de referencia pueden comprender una temperatura mínima que debería 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 menor que la temperatura mínima, el módulo de retroalimentación de usuario puede indicar al usuario que la temperatura de la superficie 144 es demasiado baja.

Para alimentar componentes del kit 100 de sensor que requieren energía eléctrica, el kit 100 de sensor puede comprender una batería 134 en la cual se puede almacenar energía eléctrica. En realizaciones particulares, el alojamiento 102 de kit de sensor está sustancialmente sellado, por ejemplo para evitar que entren fluidos en el alojamiento y/o para evitar que los componentes eléctricos estén expuestos a los vapores de pintura. Estando sustancialmente sellado, puede que no sea posible usar una conexión cableada para cargar la batería 134 y/o reemplazar fácilmente una batería agotada.

Una bobina 136 como un módulo de carga inalámbrica para cargar la batería 134 puede estar compuesta por el kit 100 de sensor, y puede colocarse dentro del alojamiento 102 de kit de sensor junto con la batería 134. Al usar por ejemplo carga inductiva, se puede suministrar energía eléctrica a la batería 134 a través de la bobina 136. Debido a que esta transferencia de energía eléctrica es inalámbrica, no tiene que colocarse ningún conector en el alojamiento 102 y no tienen que exponerse ningún componente eléctrico al aire ambiente que pueda contener sustancias de recubrimiento inflamables en aerosoles.

En la figura 2 se representa esquemáticamente una realización de un método para generar una señal de retroalimentación en un kit de sensor para una pistola aspersora, y se elaborará en conjunto con el kit 100 de sensor como se muestra en la figura 1. Se entenderá que el método también se puede aplicar en conjunto con otras realizaciones del kit 100 de sensor, y que el kit 100 de sensor de la figura 1 se puede usar en conjunto con otras realizaciones del método representado mediante el primer diagrama 200 de flujo. Las diversas partes del diagrama 200 de flujo se resumen brevemente a continuación:

202 inicio

204 recibir valores de parámetros de referencia

206 obtener valores de parámetros de trabajo de aspersión

208 comparar valores de parámetros de trabajo de aspersión con valores de referencia

210 emitir señal de datos de comparación

212 recibir señal de datos de comparación

214 fin

5 El método inicia en un terminador 202. Una segunda etapa 204 en el método comprende recibir valores de parámetros de referencia, por ejemplo mediante la entrada 112 de datos. Al menos parte de los valores de parámetros de referencia pueden recibirse desde una fuente externa, por ejemplo un servidor 150. La conexión entre el kit 100 de sensor y la salida 118 de datos en particular por un lado y el servidor 150 por otro lado se puede ejecutar usando Wi-Fi (IEEE 802.11), Bluetooth, cualquier estándar de telecomunicaciones celulares, incluyendo, pero no limitado a 4G (LTE) y 5G.

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

15 La memoria 154 puede estar compuesta por el servidor 150, que puede estar ubicado en las localizaciones donde se usa la pistola 140 aspersora o en cualquier otro lugar; la memoria 154 masiva también puede estar ubicada en otra posición. La memoria 154 masiva también puede tener almacenado en la misma código ejecutable por ordenador para programar la unidad 152 de procesamiento para ejecutar el método discutido a continuación en conjunto con la figura 3. Como tal, la memoria 154 masiva comprende preferiblemente una memoria no volátil.

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

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

30 Los valores de parámetros de referencia pueden comprender un conjunto de tipos de recubrimiento y correspondientes parámetros de aspersión preferidos. Los parámetros de aspersión pueden ser específicos para un tipo de recubrimientos. Por ejemplo, para un primer tipo de recubrimiento particular, una distancia de aspersión preferida entre la boquilla 146 y la superficie 144 yace dentro de un primer intervalo de distancia. Los parámetros de aspersión preferidos pueden proporcionarse al kit de sensor luego de que un operador selecciona un recubrimiento particular por medio del servidor 150.

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

40 En la etapa 206, los valores de parámetros de trabajo de aspersión se obtienen usando al menos algunos sensores compuestos por el módulo 106 sensor de distancia, por ejemplo uno o más sensores de tiempo de vuelo. La tercera etapa 206 puede comenzar después de que se inicialice el kit 100 de sensor, o cuando haya iniciado el trabajo de aspersión real. Los valores de parámetros de trabajo de aspersión se pueden obtener en una cierta cantidad de puntos de datos por segundo, durante una cantidad de tiempo predeterminada o hasta que se determine que el trabajo de aspersión ha sido terminado o se ha pausado temporalmente.

En la etapa 208, que puede tener lugar simultáneamente con la tercera etapa 206, al menos parte de los valores de parámetros de trabajo de aspersión se comparan con al menos parte de los valores de parámetros de referencia recibidos, por ejemplo usando el módulo 116 de comparación.

45 En la etapa 210, que puede tener lugar simultáneamente con cualquiera de la tercera etapa 206 y la cuarta etapa 208, la señal de datos de comparación se emite al controlador 120 de retroalimentación como el módulo de retroalimentación de usuario, por ejemplo mediante la salida 118 de datos. Esto permite que el controlador 120 de retroalimentación actúe con base en la señal de datos de comparación, o al menos una parte de la misma.

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

El método 200 finaliza en un terminador 214, por ejemplo cuando finaliza el trabajo de aspersión. Mientras está siendo usada la pistola 140 aspersora, cualquiera de la segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta etapas se puede repetir, opcionalmente de manera simultánea, en paralelo y/o sobre una base de etapa a etapa, preferiblemente en tiempo

real o al menos sustancialmente en tiempo real de tal manera que el operador de la pistola 140 aspersora pueda reaccionar a la retroalimentación.

Como un ejemplo, se discutirá el método 200 en donde el kit 100 de sensor se usa para proporcionar retroalimentación a un usuario que usa la pistola 140 aspersora sobre la distancia d entre el kit 100 de sensor y la superficie 144.

- 5 El método 200 se inicializa por el usuario conectando el kit 100 de sensor a la pistola 140 aspersora. Por ejemplo la pistola 140 aspersora puede estar provista de un imán, dispuesto para manipular un conmutador magnético como un contacto de láminas compuesto por el kit 100 de sensor para encender el kit 100 de sensor.

10 A continuación, el usuario selecciona el tipo de recubrimiento que va a ser asperjado con la pistola 140 aspersora, por ejemplo seleccionando este tipo a través de una interfaz gráfica de usuario dispuesta para permitir la interacción de usuario con el servidor 150. Alternativamente, el servidor 150 puede incorporarse como una aplicación en un teléfono inteligente, tableta, dispositivo de ordenador personal, o cualquier otro dispositivo que permita al usuario seleccionar un tipo de recubrimiento. En realizaciones se puede proporcionar un escáner de código de barras para escanear un código de barras en un contenedor de sustancia de recubrimiento para obtener datos indicativos del tipo de recubrimiento. Se pueden incorporar partes del escáner en el kit 100 de sensor.

15 Luego de que el usuario selecciona el tipo de recubrimiento, el servidor 150 busca valores de parámetros de referencia que corresponden al tipo de recubrimiento, por ejemplo en una memoria interna o externa, directamente o a través de una conexión tal como LAN, WAN, internet, Wi-Fi, Bluetooth, o cualquier otra conexión cableada o inalámbrica. Una parte de los valores de parámetros de referencia se puede proporcionar localmente, mientras que otra parte de los valores de parámetros de referencia se puede proporcionar en una ubicación remota.

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

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

Alternativamente, cuando el alojamiento del kit de sensor no está conectado sustancialmente de manera rígida a la pistola aspersora, se puede usar un modelo dinámico de la conexión sustancialmente no rígida para mapear datos obtenidos por el kit de sensor con datos relevantes para la pistola aspersora.

35 Durante el uso de la pistola 140 aspersora, cuyo período de tiempo puede denominarse como el trabajo de aspersión, el sensor 106 de tiempo de vuelo obtiene datos de distancia indicativos de la distancia d entre el sensor 106 de tiempo de vuelo y la superficie 144 mirando hacia el sensor 106 de tiempo de vuelo. Estos datos de distancia luego son usados por el módulo 116 de comparación que compara los datos obtenidos con el rango de distancia deseado.

40 Un resultado de esta comparación puede comprender un valor que indique si un punto de datos particular en los datos de distancia yace dentro del rango, o cae fuera del rango. Un resultado de esta comparación puede comprender alternativa o adicionalmente un valor que indique, cuándo un punto de datos particular cae fuera del rango, si el punto de datos particular es demasiado grande, demasiado pequeño, y/o en qué cantidad el punto de datos cae fuera del rango.

45 El módulo de salida emite la señal de datos de comparación al controlador 120 de retroalimentación, que puede disponerse para proporcionar retroalimentación de la señal de datos de comparación al usuario que usa la pistola 140 aspersora. Preferiblemente la retroalimentación se proporciona sustancialmente en tiempo real de tal manera que el usuario pueda alterar su uso de la pistola 140 aspersora adecuadamente de acuerdo con la retroalimentación proporcionada.

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

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

Cuando una distancia obtenida yace dentro del rango de distancia deseado, el controlador 140 de retroalimentación puede controlar el módulo 126 LED para mostrar una luz verde como ejemplo de luz de color. Cuando una distancia obtenida cae fuera del rango de distancia deseado, el controlador 140 de retroalimentación puede controlar el módulo 126 LED para mostrar una roja luz como ejemplo de una luz de color de manera diferente.

- 5 En realizaciones, el controlador 140 de retroalimentación 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 que corresponde a los datos de distancia reales obtenidos por el sensor 106 de tiempo de vuelo, y de este modo puede estar dispuesta para mostrar valores numéricos que corresponden por ejemplo a la distancia medida en milímetros o pulgadas. Los datos de distancia obtenidos pueden ya sea suministrarse a la pantalla 122 directamente, o a través del controlador 140 de retroalimentación.

- 10 Si el controlador 140 de retroalimentación recibe señales de datos de comparación que corresponden a datos de distancia que caen fuera del rango deseado durante una cantidad de tiempo predeterminada, el controlador 140 de retroalimentación puede estar dispuesto para generar una señal de retroalimentación para controlar la unidad 128 de vibración para proporcionar al usuario retroalimentación háptica que indica que la distancia deseada no se ha cumplido durante la cantidad de tiempo predeterminada.

La figura 3 representa un segundo diagrama 300 de flujo de reconstrucción de datos de recubrimiento, que se puede realizar en el sistema 150 servidor para comunicarse con un kit 100 de sensor para la pistola 140 aspersora, o en un dispositivo de ordenador diferente tal como un teléfono inteligente u ordenador tipo tableta. Las diversas partes del segundo diagrama 300 de flujo se resumen brevemente a continuación:

- 20 302 Inicio
- 304 Obtener datos de recubrimiento
- 306 Obtener datos de modelo de pintura
- 308 Monitorizar datos de aceleración
- 310 ¿Cruce por cero?
- 25 312 Monitorizar datos de flujo
- 314 ¿Flujo?
- 316 Monitorizar datos de distancia
- 318 Monitorizar datos de rotación
- 320 Monitorizar datos de aceleración
- 30 322 Monitorizar datos de flujo
- 324 Calcular datos de movimiento
- 326 Determinar orientación de superficie
- 328 Determinar ángulo con superficie
- 330 Calcular superficie de intersección con cono de aspersión
- 35 332 Determinar parámetros de cubierta en plano de intersección
- 334 Sincronizar datos de flujo y datos de kit de sensor
- 336 Calcular tasa de deposición de recubrimiento en plano de intersección
- 338 Calcular espesor de capa de recubrimiento en superficie
- 340 Calcular espesor de capa curada en superficie
- 40 342 Monitorizar datos de flujo
- 344 ¿Flujo?
- 346 Fin

El proceso inicia en un terminador 302 y continúa con la etapa 304 en la cual se obtienen los datos de recubrimiento. Tales datos de recubrimiento pueden obtenerse en datos recibidos desde un usuario de la pistola 140 aspersora. La

entrada se puede proporcionar manualmente, recibiendo datos desde un teclado, por medio de un escáner de código de barras, recibiendo entrada a través de la selección de un icono, otro, o una combinación de los mismos. Los datos de recubrimiento comprenden características específicamente relacionadas con al menos uno del líquido de recubrimiento, como viscosidad, marca comercial, contenido de líquido de solución, datos sobre reducción de espesor de capa durante el curado, distancia deseada a la superficie a recubrir, otros, o una combinación de los mismos.

En la etapa 306, se obtienen datos de modelo de pintura. Los datos de modelo de pintura comprenden datos relacionados principalmente con la pistola 140 aspersora. Los datos de modelo de pintura comprenden datos sobre la estructura de la pistola 140 aspersora y la estructura de un cono de aspersión proporcionado por la boquilla 146. Los datos pueden ser bidimensionales, solo perpendiculares a la dirección de aspersión, o tridimensionales. Los datos de modelo de pintura pueden comprender densidad de flujo promedio, densidad de flujo mediana, densidad de flujo máxima, densidad de flujo mínima, densidad de flujo como una función de la ubicación dentro del cono, ápice de cono, conformación de cono (circular o elíptica no circular) y teniendo uno o más de estos parámetros un valor que depende de la distancia desde la pistola 140 aspersora o la boquilla 141 a la superficie de la parte de carrocería, características de material de recubrimiento, presión de aire, flujo de aire, velocidad de flujo de aire, otros, o una combinación de los mismos.

Los datos reales del cono de aspersión pueden ser dependientes de las características del material de recubrimiento, presión de aire, una cantidad de movimiento de un activador de la pistola 140 aspersora, distancia a la parte 144 de carrocería, otros, o una combinación de los mismos. Los datos de modelo de pintura se pueden obtener de la misma manera que los datos de recubrimiento. Los datos descritos de este modo como obtenidos pueden obtenerse desde la memoria 214 masiva mediante la unidad 152 de procesamiento.

En la etapa 308, se monitorizan los datos de aceleración recibidos desde el acelerómetro 132 como compuestos por el kit 100 de sensor. Si la aceleración en una dirección particular, en particular en una dirección perpendicular a la dirección de aspersión y en una dirección de izquierda a derecha cuando la pistola 140 aspersora se sostiene por un operador, cruza cero al menos una vez y preferiblemente dos o más veces, se detecta, en la etapa 310, que la pistola 140 aspersora está en uso para asperjar.

Para reducir un riesgo de detección errónea, la detección de cruces por cero del valor de aceleración se puede combinar con la determinación de que el período de tiempo entre dos o más cruces subsecuentes es sustancialmente el mismo. De esta forma, se puede detectar un movimiento de balanceo de la pistola 140 aspersora como una indicación de que el operador está ejecutando un trabajo de pintura.

Alternativa o adicionalmente, se pueden monitorizar los datos de flujo. Los datos de flujo pueden monitorizarse monitorizando si se tira de un activador de la pistola 140 aspersora, por ejemplo recibiendo una señal desde un sensor de activador (no se muestra), que puede ser una señal continua binaria, de otro modo digital o analógica. La tasa de flujo puede estar provista de una marca de tiempo, que proporciona indicaciones de la tasa de flujo en múltiples momentos en el tiempo.

A partir de los datos de flujo, se puede determinar una tasa de flujo másico o una tasa de flujo volumétrico a través de la boquilla. Determinando si el activador está abierto o no y combinando el estado determinado del activador con una tasa de flujo nominal de la boquilla, se puede determinar una tasa de flujo másico total o una tasa de flujo volumétrico total en un momento particular en el que se opera el activador. Al determinar hasta qué punto o cuánto se opera el activador, combinado con una relación entre la operación de activador y la tasa de flujo másico o tasa de flujo volumétrico, se puede determinar una tasa de flujo real en un momento particular.

Alternativa o adicionalmente, al menos uno de un flujo de aire y un flujo de material de recubrimiento se puede monitorizar por medio de un sensor (no se muestra) y la señal proporcionada por tal sensor se puede monitorizar por medio de la unidad 152 de procesamiento. Los datos de flujo total - (tasa) de flujo másico o (tasa) de flujo volumétrico - pueden obtenerse así directamente por medio de un sensor.

Si se detecta al menos uno de un flujo del aire, la presión del activador y flujo del material de recubrimiento, se determina en la etapa 314 que el trabajo de aspersión ha iniciado. En una realización, la determinación solo se hace si la señal se detecta durante un período de tiempo mayor que un intervalo de tiempo predeterminado.

Si, con base en la evaluación de datos de sensor, se ha determinado que el trabajo de pintura ha iniciado, los datos de distancia proporcionados por el módulo 106 de sensor de distancia se monitorizan en la etapa 316, los datos de rotación proporcionados por el sensor 130 de orientación se monitorizan en la etapa 318, los datos de aceleración como se proporcionan por el acelerómetro 130 se monitorizan en la etapa 320 y los datos de flujo proporcionados por sensores como se discutió anteriormente se monitorizan en la etapa 322. Las etapas de monitorización pueden ejecutarse en paralelo o, de manera intermitente y repetida (entrelazada), en serie.

Con base en los datos de acelerómetro, la velocidad mediante la cual el operador mueve la pistola 140 aspersora y la distancia mediante la cual la operación mueve la pistola 140 aspersora se pueden calcular integrando los datos recibidos desde el acelerómetro una o dos veces a lo largo del tiempo; esta acción puede ser realizada por la unidad 160 de integración. Antes de la integración, los datos proporcionados por los acelerómetros pueden procesarse usando parámetros estadísticos, por ejemplo retirando valores atípicos, suavizando una señal a lo largo del tiempo, por

ejemplo determinando un promedio móvil o mediana promedio, determinando qué es un valor atípico, por ejemplo con base en una desviación estándar, por ejemplo a lo largo del tiempo. Alternativa o adicionalmente, las señales de datos de aceleración se pueden filtrar, por ejemplo usando un filtro de Kalman. Alternativa o adicionalmente, los datos de desplazamiento se obtienen de manera diferente, por ejemplo usando balizas en un recinto de aspersión.

- 5 Si la pistola aspersora está apuntada correctamente a la parte 144 de carrocería, los datos de aceleración en direcciones paralelas a la parte 144 de carrocería son suficientes ya que la dirección de aspersión siempre debe ser perpendicular a la superficie de la parte de carrocería. Sin embargo, esto puede no ser siempre el caso, razón por la cual se prefiere procesar la aceleración en todas las direcciones.

- 10 En la etapa 326 se puede determinar, opcionalmente, la orientación de superficie de la parte 144 de carrocería. En una implementación, se supone que la superficie es horizontal o vertical.

En otra implementación, se supone que la pistola aspersora se sujeta principalmente de una manera perpendicular a la superficie. Con base en los datos de orientación proporcionados por el sensor 130 de orientación, se puede determinar la orientación de la superficie, bajo un supuesto de que la pistola 140 aspersora, al menos en promedio, sigue la superficie.

- 15 En la etapa 328 se puede determinar la orientación de la pistola 140 aspersora en relación con la superficie de la parte 144 de carrocería. En una implementación, se pueden tener en cuenta datos sobre la distancia a la superficie. Si el módulo 106 sensor de distancia comprende múltiples sensores de tiempo de vuelo u otros sensores que tienen una funcionalidad equivalente y todas las distancias medidas son iguales, la pistola 140 aspersora se apunta perpendicularmente a la superficie. Si las distancias son diferentes, se puede determinar una orientación de la pistola 20 140 aspersora o la orientación del cono de aspersión proporcionado por la boquilla 146, distinta de la perpendicular.

En una implementación en donde se supone que la superficie es horizontal o vertical, usando datos desde el sensor 130 de orientación, sobre uno o más ejes, se pueden usar para determinar una orientación de la pistola aspersora en relación con la superficie.

- 25 En otra implementación, donde la orientación de la superficie se determina usando los datos desde el módulo 130 sensor de orientación, la orientación de la pistola 140 aspersora en relación con la superficie se puede determinar detectando desviaciones en la señal desde los sensores de orientación a partir de un promedio obtenido a lo largo del tiempo, por ejemplo durante dos, cinco o diez segundos.

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

- 35 Con el modelo de pintura que comprende datos de densidad de flujo como una función de una ubicación en el cono, en una representación numérica, representación analítica, otra, o una combinación de las mismas, los parámetros de cubierta y en particular datos relacionados con la densidad de flujo se pueden determinar en la etapa 332. Para ubicaciones particulares en el plano de intersección, se puede determinar la masa o volumen de cubierta por volumen por punto de referencia por segundo u otra unidad de tiempo. De esta forma, en la etapa 334 se puede determinar la deposición de recubrimiento, en masa, volumen, o ambos, por unidad de área por unidad de tiempo.

- 40 Opcionalmente, los datos de flujo pueden tenerse en cuenta en el modelo de deposición, si tales datos están disponibles y varían a lo largo del tiempo. Preferiblemente, los datos de flujo y los datos desde el kit 100 de sensor se sincronizan a lo largo del tiempo en la etapa 332, antes de determinar la tasa de deposición por unidad de área por tiempo; esto puede ser manejado por la unidad 166 de sincronización. Los datos desde el kit 100 de sensor y los datos desde un sensor que proporciona una señal indicativa del flujo de material de recubrimiento pueden ser marcados en tiempo usando datos de red, desde una red a través de la cual ambos paquetes de sensores proporcionaron datos al servidor 150. También se pueden considerar otras fuentes de tiempo y preferiblemente una única fuente de tiempo o 45 múltiples fuentes de tiempo sincronizadas.

- La figura 4 A hasta figura 4 F representan el resultado de la etapa 332. La figura 4 A muestra la boquilla 146 proporcionando un cono 148 de aspersión a una primera distancia hacia la superficie de la parte 144 de carrocería, depositando una capa 142 de material de recubrimiento. La figura 4 B muestra una indicación de densidad de flujo en el plano donde el cono 148 de aspersión interseca la superficie. Cuanto más oscuro sea el color, mayor será la densidad de tasa de flujo. En la figura 4 B, se supone que el cono de aspersión tiene una sección transversal elíptica, no circular, lo cual corresponde a una cantidad significativa de pistolas aspersoras disponibles comercialmente. Alternativamente, el cono de aspersión como se define por los datos de modelo de pintura puede tener una sección 55 transversal circular.

La figura 4 C muestra la boquilla 146 a una segunda distancia de la superficie, siendo la segunda distancia más pequeña que la primera distancia mostrada en la figura 4 A. la distancia más pequeña da como resultado un área de

sección transversal más pequeña en la sección transversal entre el cono 148 de aspersión y la superficie de la parte 144 de carrocería. Por tanto, la densidad de aspersión elíptica como se representa en la figura 4 D es menor.

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

10 La figura 4 E muestra la boquilla 146 que está colocada debajo y en ángulo en relación con la superficie de la parte 144 de carrocería. Con una sección transversal elíptica del cono 148 de aspersión, esto puede dar como resultado un área 142 de sección transversal como se representa por la figura 4 F. En implementaciones adicionales, también se pueden tener en cuenta las oclusiones debidas a obstrucciones que sobresalen desde la superficie o indentaciones en la superficie cuando se determina la deposición de recubrimiento sobre la superficie por unidad de área y por unidad de tiempo.

15 A continuación, teniendo en cuenta los datos como se representan por la figura 4 B, figura 4 D y figura 4 F -cualquiera que pueda ser aplicable -, los datos de movimiento o datos de desplazamiento obtenidos por integración dual de los datos de aceleración - u otros datos indicativos de movimiento - y tiempo, la cantidad total de material de recubrimiento depositado puede determinarse en la etapa 338. Una opción para hacerlo es mediante convolución del movimiento de la pistola aspersora a lo largo del tiempo y la tasa de deposición a lo largo del tiempo, que puede ser manejada por la unidad 164 de convolución. También se pueden tener en cuenta otros datos, incluyendo, pero no limitados a presión ambiental, temperatura ambiente, y humedad.

20 En la etapa 340, los datos de recubrimiento sobre el curado del material de recubrimiento se pueden usar para determinar, con base en el resultado de la etapa 338, un espesor de la capa de recubrimiento después del curado, mediante la unidad 168 de cálculo de proceso.

25 El proceso como se discutió anteriormente se puede ejecutar de manera continua, mientras continúa la aspersión. En particular la determinación del espesor de recubrimiento final, antes o después del curado, puede determinarse después de que finaliza el proceso de recubrimiento. Alternativamente, algunas etapas se ejecutan cuando finaliza el trabajo de aspersión.

30 Un final del trabajo de aspersión puede determinarse como un punto cuando los datos de flujo monitorizados indican que no hay flujo presente, momentáneamente o durante un intervalo de tiempo particular. Alternativa o adicionalmente, también se puede considerar la ausencia de detección de un movimiento de balanceo, como se discutió anteriormente, para determinar que el proceso de aspersión ha finalizado. Una vez que finaliza el proceso, el procedimiento finaliza en un terminador 346.

35 En resumen, los diversos aspectos e implementaciones de los mismos se relacionan con la reconstrucción de una capa de recubrimiento; al medir una posición de una pistola aspersora en relación con una superficie física a recubrir, usando datos sobre características técnicas de la pistola aspersora, como un cono de aspersión que la pistola aspersora puede producir y datos sobre un fluido de recubrimiento usado, se pueden reconstruir características de una capa de recubrimiento de este modo depositada físicamente. Con datos que se registran durante el trabajo de aspersión, esto es más rápido y más preciso que medir el espesor de capa en diversas ubicaciones, ya sea predeterminada o aleatoriamente. Al determinar las características de flujo en un cono de aspersión y la posición del cono de aspersión en relación con la superficie a lo largo del tiempo y usando un modelo del cono de aspersión, se puede determinar la deposición de la capa de recubrimiento y se puede reconstruir la capa final, curada o sin curar, incluyendo el espesor.

REIVINDICACIONES

1. Método de rastreo electrónicamente de recubrimiento por aspersión de un fluido de recubrimiento sobre una superficie (144) física mediante una pistola (141) aspersora dispuesta para asperjar el fluido de recubrimiento en una dirección de aspersión, comprendiendo el método, en un sistema (100, 150) informático electrónico:
 - 5 recibir, desde un módulo (106) sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, estando el módulo sensor de distancia conectado a la pistola aspersora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola aspersora y la superficie;

obtener, desde de una memoria (114, 154) electrónica, datos de modelo de recubrimiento tridimensional de un cono (148) de aspersión asociado con la pistola aspersora;
 - 10 recibir, desde un sistema (130, 132) de detección posicional conectado a la pistola aspersora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola aspersora en relación con una primera posición en la superficie física;

calcular, con base en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de recubrimiento tridimensional, datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre un área de la superficie física por unidad de tiempo;
 - 15 caracterizado porque el método comprende además:

obtener datos de curado relacionados con el fluido de recubrimiento;

calcular, con base en los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre el área de la superficie física por unidad de tiempo, espesor de una capa (142) de fluido de recubrimiento sobre la superficie física; y
 - 20 con base en los datos de curado, determinar espesor curado de una capa (142) curada de fluido de recubrimiento sobre la superficie física.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además calcular, con base en los datos de distancia, los datos de posición, los datos de área de deposición de recubrimiento y tiempo, características de una capa (142) de fluido de recubrimiento sobre la superficie física.
- 25 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o reivindicación 2, en donde el sistema de detección posicional comprende un primer acelerómetro (132) para determinar una primera aceleración sustancialmente perpendicular a la dirección de aspersión y un segundo acelerómetro para determinar una segunda aceleración sustancialmente perpendicular a la dirección de aspersión, siendo la primera dirección sustancialmente perpendicular a la segunda dirección, comprendiendo además el método:
 - 30 integrar la primera aceleración en tiempo dos veces a lo largo del tiempo para obtener primeros datos de desplazamiento en la primera dirección como una primera parte de los datos de posición; e

integrar la segunda aceleración en tiempo dos veces a lo largo del tiempo para obtener segundos datos de desplazamiento en la segunda dirección como una segunda parte de los datos de posición.
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, además
 - 35 que comprende:

determinar, con base en los datos de posición recibidos, si la pistola (141) aspersora está moviéndose en un movimiento de balanceo;

iniciar el cálculo si se determina que la pistola aspersora está moviéndose en un movimiento de balanceo.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, además
 - 40 que comprende:

determinar una orientación de la pistola (141) aspersora y la dirección de aspersión en relación con la superficie (140) física; y

calcular los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional también se basa en la orientación.
- 45 6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además:

recibir, desde el sistema (130, 132) de detección posicional, datos de rotación indicativos de una posición de rotación de la pistola aspersora transversal a la dirección de aspersión;

determinar, con base en los datos de posición y los datos de rotación, la orientación.

- 5 7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde calcular los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional comprende determinar datos de fluido de recubrimiento de plano de intersección de cono, con base en los datos de distancia y los datos de modelo de recubrimiento tridimensional; y

calcular los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional se basa en los datos de fluido de recubrimiento de plano de intersección de cono.

8. Método de acuerdo con la reivindicación 7 en la medida que dependa de la reivindicación 5, en donde el cálculo se basa en los datos de orientación.

- 10 9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, además

que comprende:

recibir una entrada relacionada con selección de un fluido de recubrimiento predeterminado; y

- 15 obtener los datos de modelo de recubrimiento tridimensional del cono (148) de aspersión asociado con la pistola (141) aspersora en respuesta a proporcionar datos relacionados con el fluido de recubrimiento predeterminado a la memoria (114, 154) electrónica.

10. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además obtener datos de flujo de fluido de recubrimiento que proporcionan una indicación de una tasa de flujo másico del fluido de recubrimiento a través de la pistola (141) aspersora, comprendiendo el método además ajustar los datos de modelo de recubrimiento con base en los datos de flujo de fluido de recubrimiento.

- 20 11. Método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde los datos de flujo de fluido de recubrimiento 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, comprendiendo el método además hacer coincidir los datos de flujo de fluido, los datos de distancia y los datos de posición a lo largo del tiempo con base en la primera marca de tiempo, la segunda marca de tiempo y la tercera marca de tiempo.

- 25 12. Método de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además

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

proporcionar los datos de flujo de fluido de recubrimiento con la primera marca de tiempo, los datos de distancia con la segunda marca de tiempo y los datos de posición con la tercera marca de tiempo.

- 30 13. Dispositivo (100, 150) informático electrónico configurado para rastreo electrónicamente de recubrimiento por aspersión de un fluido de recubrimiento sobre una superficie (144) física mediante una pistola (141) aspersora dispuesta para asperjar el fluido de recubrimiento en una dirección de aspersión, comprendiendo el dispositivo:

una unidad (112, 156) de comunicación dispuesta para:

- 35 recibir, desde un módulo (106) sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, estando el módulo sensor de distancia conectado a la pistola (141) aspersora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola aspersora y la superficie (144);

obtener, desde una memoria (114, 154) electrónica, datos de modelo de recubrimiento tridimensional de un cono (148) de aspersión asociado con la pistola aspersora;

- 40 recibir, desde un sistema (130, 132) de detección posicional conectado a la pistola (141) aspersora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola aspersora en relación con una primera posición en la superficie física; y

obtener datos de curado relacionados con el fluido de recubrimiento; y

una unidad (110, 152) de procesamiento dispuesta para:

- 45 calcular, con base en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de recubrimiento tridimensional, datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre un área de la superficie física por unidad de tiempo;

calcular, con base en los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre el área de la superficie física por unidad de tiempo, espesor de una capa (142) de fluido de recubrimiento sobre la superficie física; y

con base en los datos de curado, determinar espesor curado de una capa (142) curada de fluido de recubrimiento sobre la superficie física.

- 5 14. Producto de programa de ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que provocan que un ordenador (100, 150), cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador (110, 156) compuesto por el ordenador, ejecute un método de rastreo electrónicamente de recubrimiento por aspersión de un fluido de recubrimiento sobre una superficie (144) física mediante una pistola (141) aspersora dispuesta para asperjar el fluido de recubrimiento en una dirección de aspersión, comprendiendo el método:

10 recibir, desde un módulo (106) sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, estando el módulo sensor de distancia conectado a la pistola aspersora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola aspersora y la superficie;

obtener, desde de una memoria (114, 154) electrónica, datos de modelo de recubrimiento tridimensional de un cono (148) de aspersión asociado con la pistola aspersora;

recibir, desde un sistema (130, 132) de detección posicional conectado a la pistola aspersora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola aspersora en relación con una primera posición en la superficie física;

- 15 calcular, con base en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de recubrimiento tridimensional, datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre un área de la superficie física por unidad de tiempo;

caracterizado porque el método comprende además:

obtener datos de curado relacionados con el fluido de recubrimiento;

- 20 calcular, con base en los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre el área de la superficie física por unidad de tiempo, espesor de una capa (142) de fluido de recubrimiento sobre la superficie física; y

con base en los datos de curado, determinar espesor curado de una capa (142) curada de fluido de recubrimiento sobre la superficie física.

- 25 15. Medio (114, 154) no transitorio que tiene almacenado en el mismo producto de programa de ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que provocan que un ordenador (100, 150), cuando las instrucciones son ejecutadas por un procesador (110, 156) compuesto por el ordenador, ejecute un método de rastreo electrónicamente de recubrimiento por aspersión de un fluido de recubrimiento sobre una superficie (144) física mediante una pistola (141) aspersora dispuesta para asperjar el fluido de recubrimiento en una dirección de aspersión, comprendiendo el método:
- 30

recibir, desde un módulo (106) sensor de distancia que comprende al menos un sensor de distancia, estando el módulo sensor de distancia conectado a la pistola aspersora, datos de distancia que indican una distancia física entre la pistola aspersora y la superficie;

- 35 obtener, desde de una memoria (114, 154) electrónica, datos de modelo de recubrimiento tridimensional de un cono (148) de aspersión asociado con la pistola aspersora;

recibir, desde un sistema (130, 132) de detección posicional conectado a la pistola aspersora, datos de posición que proporcionan una indicación de la pistola aspersora en relación con una primera posición en la superficie física;

- 40 calcular, con base en los datos de distancia, los datos de posición y el modelo de recubrimiento tridimensional, datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre un área de la superficie física por unidad de tiempo;

caracterizado porque el método comprende además:

obtener datos de curado relacionados con el fluido de recubrimiento;

- 45 calcular, con base en los datos de área de deposición de recubrimiento de deposición de recubrimiento por aspersión posicional sobre el área de la superficie física por unidad de tiempo, espesor de una capa de fluido de recubrimiento sobre la superficie física; y

con base en los datos de curado, determinar espesor curado de una capa curada de fluido de recubrimiento sobre la superficie física.

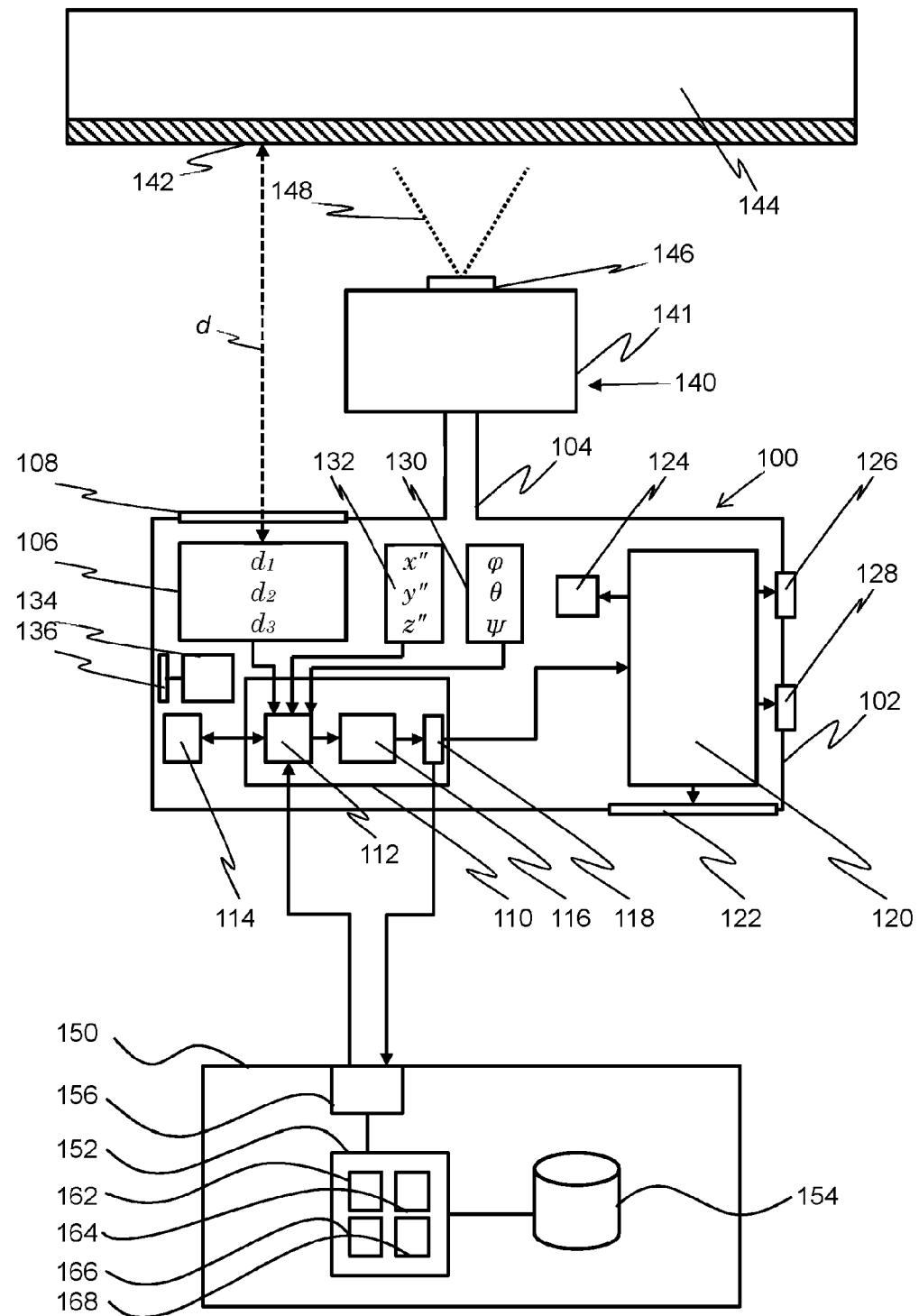


Fig. 1

200

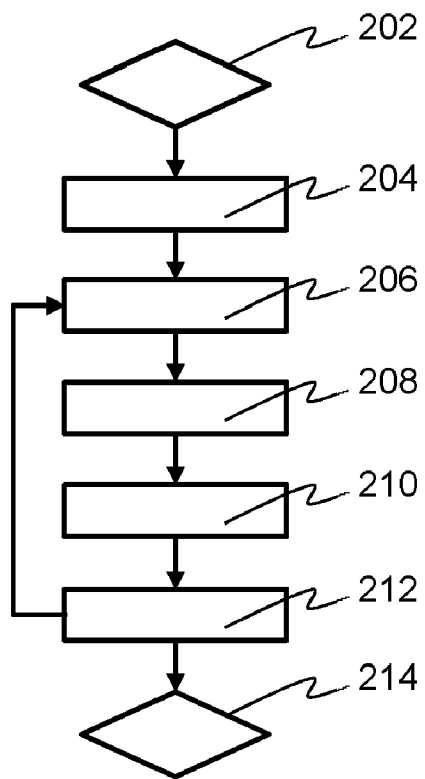


Fig. 2

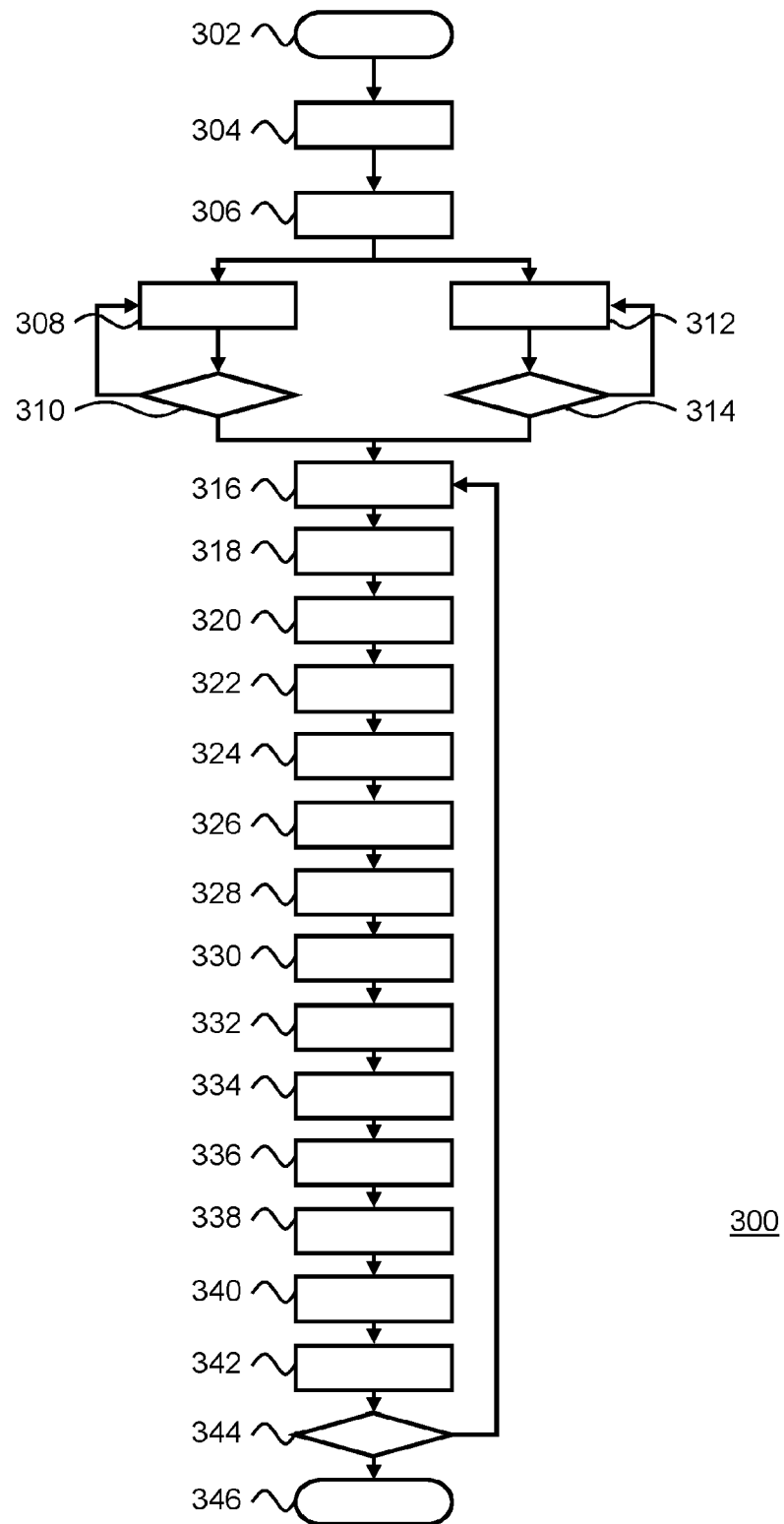


Fig. 3

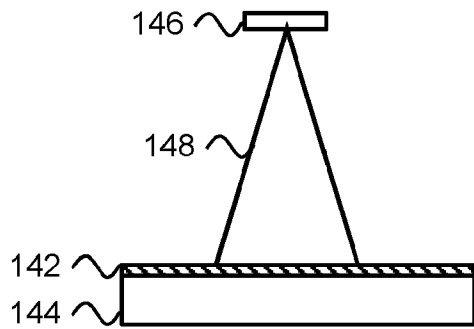


Fig. 4 A

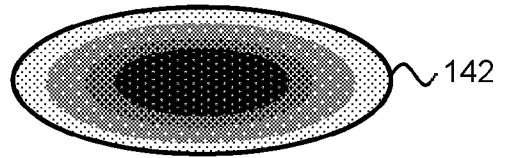


Fig. 4 B

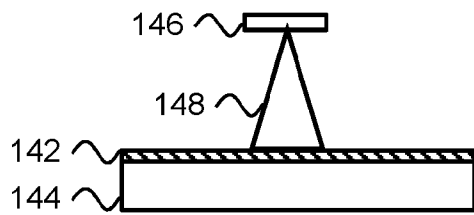


Fig. 4 C

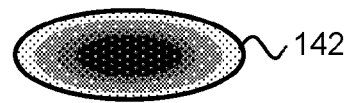


Fig. 4 D

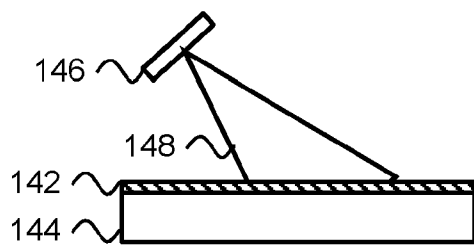


Fig. 4 E

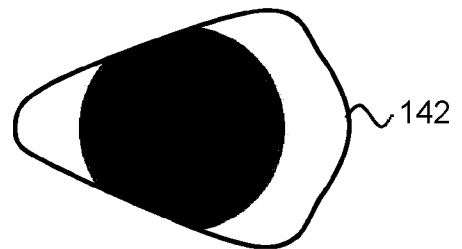


Fig. 4 F