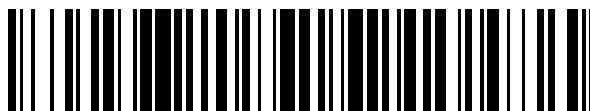


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 283**

51 Int. Cl.:

G01B 21/08 (2006.01)

G01B 11/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2013** E 13161911 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016** EP 2647951

54 Título: **Sistema de análisis de sellador**

30 Prioridad:

02.04.2012 US 201213437355

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

19.12.2016

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**GEORGESON, GARY ERNEST y
EDWARDS, WILLIAM TALION**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 594 283 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

Sistema de análisis de sellador

5 **Información general****1. Campo:**

10 La presente descripción se refiere en general a la fabricación de aeronaves y, en particular, a las estructuras de sellador en las aeronaves. Aún más específicamente, la presente divulgación se refiere a un método y un aparato para identificar un espesor del sellador en los elementos de sujeción en una aeronave.

2. Antecedentes:

15 En la fabricación de aeronaves, los selladores se usan para una serie de fines diferentes. Por ejemplo, un sellador puede usarse para formar una barrera contra unos elementos no deseados. La barrera puede formarse para sellar huecos, agujeros, y otras características que pueden permitir que unos elementos pasen de una manera no deseada. Estos elementos pueden incluir aire, un gas, agua, combustible, y otros elementos.

20 Además, los selladores pueden usarse también para reducir los efectos de los eventos electromagnéticos. Por ejemplo, los selladores pueden usarse en el interior de un tanque de combustible de material compuesto en una aeronave. El tanque de combustible de material compuesto está integrado normalmente en un ala de material compuesto de la aeronave. Un evento electromagnético, como un rayo, puede provocar chispas, arcos eléctricos, u otros eventos no deseados en el interior del tanque de combustible de material compuesto. Por ejemplo, los arcos eléctricos pueden ocurrir en localizaciones donde los elementos de sujeción están presentes en el interior de un tanque de combustible de material compuesto. Estos tipos de eventos pueden evitarse a través del uso de selladores.

30 Por ejemplo, un sellador puede aplicarse a las partes interiores de los elementos de sujeción que se extienden en el interior del tanque de combustible de material compuesto. El arco eléctrico puede evitarse cuando está presente un nivel deseado de espesor para el sellador aplicado a un elemento de sujeción que se extiende en el interior del tanque de combustible de material compuesto.

35 Después de que el sellador se haya aplicado a los elementos de sujeción en el tanque de combustible de material compuesto, se realiza una inspección para determinar si el sellador tiene el nivel deseado de espesor a lo largo de los elementos de sujeción. Esta inspección se realiza actualmente por un operador humano usando un medidor de mano para medir las dimensiones del sellador aplicado al elemento de sujeción.

40 Este tipo de proceso es tedioso y consume mucho tiempo. Por ejemplo, los tanques de combustible de material compuesto en una aeronave pueden tener miles de elementos de sujeción que se extienden en el interior de los tanques de combustible de material compuesto. Además, acceder al interior de un ala en la que se localiza un tanque de combustible de material compuesto también puede ser difícil, en función del diseño de la aeronave.

45 El documento EP2312267 divulga un método para medir un componente, por ejemplo, los álabes de la turbina y los elementos de protección del calor, antes, durante y después del recubrimiento usando triangulaciones láser. Las mediciones de triangulación láser se realizan después de y/o durante el revestimiento del componente. Los datos obtenidos antes y después del recubrimiento se aplican comparándose mediante un ordenador. También se divulga un dispositivo para realizar el método para la determinación del espesor de capa de un componente que está recubierto.

50 El documento EP1643209 divulga un escáner óptico que mide las coordenadas en tres dimensiones para un componente antes y después del recubrimiento. Se detecta la resistencia térmica en el componente durante el revestimiento, cuyo espesor se determina comparando las coordenadas del componente medido.

55 El documento US 2005/137829 divulga un sistema y un método para medir el espesor de un revestimiento aplicado a un sustrato o a un componente. Se divulgan las mediciones de la distancia entre una superficie de un componente, tanto antes como después de cubrirse la superficie con un material de recubrimiento, y un dispositivo de medición óptico tal como un sensor de desplazamiento láser. Además, se divulgan la medición de la temperatura de la superficie del componente antes y después de la aplicación del recubrimiento y después de que el componente se haya enfriado a sustancialmente la temperatura del entorno. En este caso un cálculo del espesor de revestimiento se hace explicando la dilatación térmica del componente debido a la deposición de un revestimiento calentado en la superficie del componente.

65 El documento US4.456.379 divulga un proceso para determinar el espesor de las capas adhesivas colocadas en unos refuerzos de bloqueo de libro midiendo inicialmente la posición de un refuerzo antes de que se aplique el adhesivo para establecer un punto de referencia, aplicando el adhesivo, a continuación, midiendo la posición del

refuerzo con adhesivo para determinar el espesor de la capa adhesiva. La distancia a un plano de referencia convencional puede medirse antes y después de la aplicación del adhesivo, y pueden usarse las diferencias en las posiciones respectivas para determinar el espesor de la capa adhesiva. Se recomiendan dos mediciones de este tipo antes y después de la aplicación del adhesivo, con las lecturas promediadas para dar un espesor medio de la capa adhesiva. Las mediciones se realizan preferentemente por medio de una tecnología de haz de láser, con la ayuda de un divisor de haz.

El documento US5.229.840 divulga un aparato y un método para medir, monitorizar y controlar el recubrimiento de los objetos en una línea de proceso, incluyendo una cámara para recibir una imagen del perfil del objeto antes del revestimiento, una segunda cámara para recibir una imagen del perfil del objeto después de que se recubra, y un medio y un método para comparar las dos imágenes para determinar el aumento en el volumen del objeto debido al recubrimiento. El medio de comparación es un microordenador que calcula el aumento en el volumen basándose en las dos imágenes, la velocidad del objeto desplazándose a lo largo de la línea de procesamiento, y un factor de forma. El microprocesador compara el aumento en el volumen de un objeto con el aumento en el volumen de un segundo objeto para monitorizar el espesor del revestimiento.

Además, en función de la reelaboración necesaria para aplicar más sellador y las inspecciones adicionales realizadas después de que se complete la reelaboración, pueden producirse retrasos no deseados. Como resultado, la inspección del espesor de sellador en un tanque de combustible de material compuesto puede aumentar el coste y el tiempo necesario para fabricar la aeronave.

Por lo tanto, sería deseable tener un método y un aparato que tenga en cuenta al menos algunos de los problemas tratados anteriormente, así como otros problemas posibles.

Sumario

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para inspeccionar el sellador en un objeto y un aparato de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

El método para inspeccionar el sellador en un objeto incluye unos primeros datos que se generan para una primera geometría de una primera superficie del objeto antes de sellar el objeto. Unos segundos datos que se generan para una segunda geometría de una segunda superficie del objeto después de que el sellador se haya aplicado al objeto. Se identifica una diferencia entre los primeros datos y los segundos datos. La diferencia indica un espesor del sellador en el objeto.

Ventajosamente, el método comprende además aplicar el sellador (206) al objeto (226) para formar la segunda superficie (236) del objeto (226). Ventajosamente, el método comprende además aplicar un sellador adicional (242) a una parte de la superficie teniendo el sellador (206) un espesor insuficiente. Ventajosamente, el método comprende además determinar si el espesor (204) es un espesor deseado (240) para el sellador (206). Preferentemente, el espesor deseado (240) es el espesor (204) en el que se cumple una serie de parámetros de rendimiento deseados. Ventajosamente, el método comprende además generar un mapa (244) que identifica el espesor (204) del sellador (206) en diferentes partes del objeto (226). La generación de los primeros datos (220) para la primera geometría (222) de la primera superficie (224) del objeto (226) antes de sellar el objeto (226) comprende la generación de los primeros datos (220) para la primera geometría (222) de la primera superficie (224) del objeto (226) al menos en parte a partir de un modelo (228) del objeto (226). Ventajosamente, la generación de los primeros datos (220) para la primera geometría (222) de la primera superficie (224) del objeto (226) antes de sellar el objeto (226) comprende, además, explorar la primera superficie (224) del objeto (226) para generar los datos acerca de las localizaciones en la primera superficie (224) del objeto (226). Preferentemente, los datos son una nube de puntos del objeto (226). Ventajosamente, la generación de los segundos datos (232) para la segunda geometría (234) de la segunda superficie (236) del objeto (226) comprende explorar la segunda superficie (236) del objeto (226) para generar los datos acerca de las localizaciones en la segunda superficie (236) del objeto (226). Ventajosamente, el objeto (226) se selecciona de uno de entre un elemento de sujeción, un remache, un perno con una tuerca acoplada con el perno, una tira de refuerzo, un tensor, una junta de solape, una abrazadera, una barra de unión, un mástil, un tanque de combustible, un ala, un barril de material compuesto para un fuselaje, y un cajón del ala. Ventajosamente, el objeto (226) está dentro de un tanque de combustible. Ventajosamente, el objeto (226) está en una plataforma seleccionada a partir de una de entre una plataforma móvil, una plataforma estacionaria, una estructura basada en tierra, una estructura basada en agua, una estructura basada en el espacio, una aeronave, un buque de superficie, un tanque, un transporte de personal, un tren, un vehículo espacial, una estación espacial, un satélite, un submarino, un automóvil, una central eléctrica, una presa, una planta de fabricación, y un edificio.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, un aparato comprende un analizador de espesor. El analizador de espesor está configurado para generar los primeros datos para una primera geometría de una primera superficie de un objeto antes de sellar el objeto. El analizador de espesor está configurado además para generar los segundos datos para una segunda geometría de una segunda superficie del objeto después de que se haya aplicado un sellador al objeto. El analizador de espesor está configurado además para identificar una diferencia entre los primeros datos y los segundos datos. La diferencia indica un espesor del sellador en el objeto.

Ventajosamente, el analizador de espesor (212) está configurado además para determinar si el espesor (204) es un espesor deseado (240) para el sellador (206). Preferentemente, el espesor deseado (240) es el espesor (204) en el que se cumple una serie de parámetros de rendimiento deseados. De manera ventajosa, el analizador de espesor (212) está configurado además para generar un mapa (244) que identifica el espesor (204) del sellador (206) en diferentes partes del objeto (226). Al estar configurado para generar los primeros datos (220) para la primera geometría (222) de la primera superficie (224) del objeto (226) antes de sellar el objeto (226), el analizador de espesor (212) está configurado para generar los primeros datos (220) para la primera geometría (222) de la primera superficie (224) del objeto (226) al menos en parte a partir de un modelo (228) del objeto (226). Ventajosamente, al estar configurado para generar los primeros datos (220) para la primera geometría (222) de la primera superficie (224) del objeto (226) antes de sellar el objeto (226), el analizador de espesor (212) está configurado, además, para explorar la primera superficie (224) del objeto (226) para generar los datos acerca de unas localizaciones en la primera superficie (224) del objeto (226). Ventajosamente, el objeto (226) es un elemento de sujeción.

Las características y funciones pueden conseguirse independientemente en varias realizaciones de la presente divulgación o pueden combinarse con otras realizaciones en las que pueden verse detalles adicionales con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Los nuevos rasgos entendidos como característicos de las realizaciones ilustrativas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones ilustrativas, sin embargo, así como un modo preferido de uso, unos objetivos adicionales y unos rasgos de las mismas se comprenderán mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lea junto con los dibujos adjuntos, donde:

la **figura 1** es una ilustración pictórica de un entorno de medición de sellador de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 2** es una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de medición de sellador de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 3** es una ilustración de unos elementos de sujeción en el interior de un tanque de combustible de material compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 4** es una ilustración de los datos recogidos para el elemento de sujeción en una visualización en la que se pierden algunos de los datos, de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 5** es una ilustración de una visualización de los datos recogidos para los elementos de sujeción con unos datos adicionales rellenando la información perdida, de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 6** es una ilustración de los elementos de sujeción con un sellador de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 7** es una ilustración de una visualización de los datos recogidos para los elementos de sujeción cubiertos por un sellador de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 8** es una ilustración de una comparación de los primeros datos con los segundos datos de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 9** es una ilustración de un mapa del espesor de sellador con las localizaciones donde se necesita sellador adicional que se indica de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 10** es una ilustración de un mapa de espesor de sellador que incluye unas guías para añadir un sellador de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 11** es un diagrama de flujo de un proceso para inspeccionar un sellador en un objeto de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 12** es un diagrama de flujo de un proceso para generar los primeros datos para la primera geometría de una primera superficie de un objeto de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 13** es un diagrama de flujo de un proceso para analizar los datos del espesor de sellador de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 14** es una ilustración de un sistema de procesamiento de datos de acuerdo con una realización ilustrativa;

la **figura 15** es una ilustración de una construcción de aeronaves y un método de servicio de acuerdo con una realización ilustrativa; y

la **figura 16** es una ilustración de una aeronave en la que puede implementarse una realización ilustrativa.

Descripción detallada

Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta una o más consideraciones diferentes. Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que además de ser un tiempo consumido y tedioso, los sistemas de inspección existentes también pueden carecer de un nivel deseado de precisión. Por ejemplo, la identificación de la localización de un elemento de sujeción puede ser difícil una vez que los elementos de sujeción en el tanque de combustible están cubiertos por el sellador.

Además, el sellador puede fluir de tal manera que el espesor del sellador varía en diferentes partes de un elemento de sujeción. En otras palabras, el espesor del sellador que cubre un elemento de sujeción no puede ser constante. Como resultado, un operador humano que usa un medidor puede pensar que el sellador tiene un nivel deseado de espesor basándose en la medición, pero una parte del elemento de sujeción puede que no tenga el nivel deseado de espesor.

Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan un método y un aparato para inspeccionar los selladores. Los primeros datos se generan para una primera geometría de una primera superficie de un objeto antes de sellar el objeto. Los segundos datos para una segunda geometría de una segunda superficie del objeto se generan después de que se haya aplicado un sellador al objeto. Se identifica una diferencia entre los primeros datos y los segundos datos. Esta diferencia indica un espesor del sellador en el objeto.

Haciendo referencia ahora a las **figuras** y, en particular, con referencia a la **figura 1**, se representa una ilustración gráfica de un entorno de medición de sellador de acuerdo con una realización ilustrativa. Como se representa, el entorno de medición de sellador **100** incluye un ala **102**. Como se representa, el ala **102** tiene un tanque de combustible de material compuesto **104** con unos elementos de sujeción **106** que tienen unas partes que se extienden en el interior **108** del tanque de combustible de material compuesto **104**. El sellador puede aplicarse a los elementos de sujeción **106**. En particular, el sellador se aplica a las partes de los elementos de sujeción **106** en el interior **108** del tanque de combustible de material compuesto **104** para reducir los efectos de los eventos electromagnéticos.

En estos ejemplos ilustrativos, se usa un sistema de medición de sellador **110** para medir un espesor del sellador aplicado a los elementos de sujeción **106**. En este ejemplo ilustrativo, el sistema de medición de sellador **110** incluye un escáner tridimensional **112**, un escáner tridimensional **114**, y un ordenador **116**.

El ordenador **116** identifica una primera geometría de las superficies de los elementos de sujeción **106** antes de que estos elementos de sujeción se cubran con el sellador. La geometría de las superficies de los elementos de sujeción se identifica explorando los elementos de sujeción **106** usando el escáner tridimensional **112** y el escáner tridimensional **114** en este ejemplo ilustrativo. Estos escáneres generan los primeros datos acerca de la primera geometría de las superficies de los elementos de sujeción **106**, así como la geometría de otros objetos que se exploran.

Estos primeros datos pueden adoptar la forma de una nube de puntos. Cada vértice o pieza de datos en la nube de puntos representa una localización detectada por un escáner tridimensional en el espacio tridimensional.

Los primeros datos generados por el escáner tridimensional **112** y el escáner tridimensional **114** acerca de la primera geometría de las superficies de los elementos de sujeción **106** se envían al ordenador **116**. En estos ejemplos ilustrativos, estos primeros datos pueden enviarse al ordenador **116** a través de unos enlaces de comunicaciones inalámbricas. Con estos primeros datos, el ordenador **116** identifica una primera geometría de las superficies de los elementos de sujeción **106**.

A continuación, puede aplicarse el sellador a los elementos de sujeción **106** para cubrir la parte de los elementos de sujeción **106** en el interior **108** del tanque de combustible de material compuesto **104**. Con la aplicación de sellador, la superficie de los elementos de sujeción **106** cambia. En otras palabras, el sellador forma en los elementos de sujeción **106** una nueva superficie para los elementos de sujeción **106** en estos ejemplos ilustrativos.

A continuación, el escáner tridimensional **112** y el escáner tridimensional **114** exploran los elementos de sujeción **106** con el sellador aplicado a los elementos de sujeción **106**. La exploración de los elementos de sujeción **106** después de aplicar el sellador proporciona los segundos datos para una segunda geometría de las superficies de los elementos de sujeción **106** con el sellador.

Los segundos datos acerca de la segunda geometría de las superficies de los elementos de sujeción **106** con el sellador se envían por el escáner tridimensional **112** y el escáner tridimensional **114** al ordenador **116**. El ordenador **116** usa los primeros datos y los segundos datos para identificar un espesor del sellador en los elementos de sujeción **106**.

Por ejemplo, el ordenador **116** identifica una diferencia entre los primeros datos de la primera geometría de las superficies de los elementos de sujeción **106** sin el sellador y los segundos datos para la segunda geometría de las superficies de los elementos de sujeción **106** con el sellador.

Con la diferencia, puede hacerse una determinación en cuanto a si el espesor del sellador para los elementos de sujeción **106** tiene un espesor deseado. Si el sellador en un elemento de sujeción en los elementos de sujeción **106** no tiene el espesor deseado, el sellador en el elemento de sujeción se considera que tiene un espesor insuficiente. Un sellador adicional puede aplicarse al elemento de sujeción.

Con los primeros datos y los segundos datos, el ordenador **116** puede identificar qué parte de un elemento de sujeción no tiene un espesor deseado, además de qué elemento de sujeción no tiene el espesor deseado. De esta manera, el sistema de medición de sellador **110** proporciona un mayor granularidad en la identificación de las localizaciones donde puede ser necesario un sellador adicional.

Como resultado, el sistema de medición de sellador **110** puede proporcionar una medición del espesor del sellador en objetos, tales como unos elementos de sujeción en un tanque de combustible de material compuesto, en comparación con los métodos actuales de uso de medidores. Además, el sistema de medición de sellador **110** puede proporcionar una granularidad más fina, más precisión, o ambas con respecto a si puede ser necesario un sellador adicional.

Volviendo ahora a la **figura 2**, se representa una ilustración de un diagrama de bloques de un entorno de medición de sellador de acuerdo con una realización ilustrativa. El entorno de medición de sellador **200** es un ejemplo de un entorno de medición de sellador **100** de la **figura 1**.

Tal como se representa, el entorno de medición de sellador **200** incluye el sistema de medición de sellador **202**. El sistema de medición de sellador **202** puede usarse para medir el espesor **204** del sellador **206** en los objetos **208** asociados con la plataforma **210**.

Cuando un componente está "asociado" con otro componente, la asociación es una asociación física en estos ejemplos representados. Por ejemplo, un primer componente, tal como un objeto en los objetos **208**, puede considerarse para asociarse con un segundo componente, tal como la plataforma **210**, fijándose al segundo componente, uniéndose al segundo componente, montándose en el segundo componente, soldándose en el segundo componente, sujetándose al segundo componente, y/o conectándose al segundo componente de alguna otra manera adecuada. El primer componente también puede conectarse al segundo componente usando un tercer componente. El primer componente también puede considerarse para asociarse con el segundo componente formándose como parte de y/o una extensión del segundo componente. En estos ejemplos ilustrativos, la plataforma **210** puede ser una aeronave. Los objetos **208** pueden ser, por ejemplo, unos elementos de sujeción usados en la aeronave.

Como se representa, el sistema de medición de sellador **202** comprende el analizador de espesor **212** y el sistema de escáner tridimensional **214**. El analizador de espesor **212** puede implementarse usando hardware, software, o una combinación de los dos. Por ejemplo, el analizador de espesor **212** puede implementarse en el sistema informático **216**. El sistema informático **216** es un número de ordenadores. Como se usa en el presente documento, un "número de", cuando se usa con referencia a artículos, significa uno o más artículos. Por ejemplo, un número de ordenadores es uno o más ordenadores. Cuando más de un ordenador está presente en el sistema informático **216**, los ordenadores pueden comunicarse entre sí.

El sistema de escáner tridimensional **214** está configurado para generar los datos acerca de las superficies de los objetos **208**, así como de las superficies de otros objetos o componentes de la plataforma **210**. En estos ejemplos ilustrativos, el sistema de escáner tridimensional **214** puede comprender un número de escáneres tridimensionales **218**. Un número de escáneres tridimensionales **218** pueden implementarse usando cualquier dispositivo que esté configurado para generar los datos acerca de la superficie de los objetos **208**. Por ejemplo, el número de escáneres tridimensionales **218** puede implementarse usando un escáner láser.

En estos ejemplos ilustrativos, el sistema de medición de sellador **202** está configurado para generar los primeros datos **220** para la primera geometría **222** de la primera superficie **224** del objeto **226** en los objetos **208**. La primera superficie **224** del objeto **226** se identifica sin un sellador **206** en el objeto **226**. Esta identificación de los primeros datos **220** puede obtenerse para otros objetos en los objetos **208**, además de para el objeto **226**.

En estos ejemplos ilustrativos, la identificación de los primeros datos **220** puede realizarse en un número de diferentes maneras. Por ejemplo, el sistema de escáner tridimensional **214** puede explorar el objeto **226** y generar los primeros datos **220** para la primera geometría **222** de la primera superficie **224** del objeto **226**. En este ejemplo específico, el sellador **206** no se aplica al objeto **226** hasta que el objeto **226** se haya explorado por el sistema de escáner tridimensional **214**.

De acuerdo con la invención, los primeros datos **220** se generan por el analizador de espesor **212**. De acuerdo con la invención, el analizador de espesor **212** accede al modelo **228** del objeto **226** desde la base de datos de objetos **230**. El analizador de espesor **212** puede identificar las superficies para el objeto **226** y las geometrías para las superficies del modelo **228** del objeto **226**. El analizador de espesor **212** genera los primeros datos **220** a partir de la identificación de las geometrías de las superficies del objeto **226** en el modelo **228**. El sellador **206** puede aplicarse en cualquier momento, debido a que el objeto **226** sin sellador **206** no se explora.

También de acuerdo con la invención, los primeros datos **220** pueden generarse a partir de una combinación del sistema de escáner tridimensional **214** explorando el objeto **226** y obteniendo a partir del analizador de espesor **212** los datos acerca del objeto **226** del modelo **228**. La combinación de los datos puede usarse cuando las partes del

objeto **226** no pueden explorarse por el sistema de escáner tridimensional **214**. Esta situación puede dar lugar a que los datos generados por el sistema de escáner tridimensional **214** estén incompletos para su uso como los primeros datos **220** para identificar la primera geometría **222** de la primera superficie **224** del objeto **226**.

5 La incapacidad para explorar suficientemente la primera superficie **224** del objeto **226** puede ocurrir a través de las oclusiones. En otras palabras, el sistema de escáner tridimensional **214** no puede tener una visión suficiente o una línea de visión de partes de la primera superficie **224** del objeto **226**. De esta manera, se usan los datos del modelo **228** para rellenar las partes perdidas y que no se exploran por el sistema de escáner tridimensional **214**.

10 Después de que se hayan generado los primeros datos **220**, se generan los segundos datos **232** para la segunda geometría **234** de la segunda superficie **236** del objeto **226** con sellador **206**. En este ejemplo ilustrativo, la segunda superficie **236** del objeto **226** es la superficie del objeto **226** con sellador **206**. En otras palabras, los segundos datos **232** se basan en la superficie formada por el sellador **206** en el objeto **226**.

15 El analizador de espesor **212** identifica la diferencia **238** entre los primeros datos **220** y los segundos datos **232**. En otras palabras, el volumen abarcado por el objeto **226** puede restarse del volumen abarcado por la segunda superficie **236** con el sellador **206**. La diferencia **238** indica el espesor **204** del sellador **206**. El espesor **204** puede compararse con el espesor deseado **240** para el sellador **206**.

20 Si el espesor **204** es igual a o mayor que el espesor deseado **240**, entonces no es necesario un sellador adicional **242** para el objeto **226**. Por otra parte, si el espesor **204** es menor que el espesor deseado **240**, puede aplicarse el sellador adicional **242** al objeto **226**.

25 En estos ejemplos ilustrativos, el mapa **244** puede generarse por el analizador de espesor **212**. El mapa **244** identifica el espesor **204** del sellador **206** en diferentes partes del objeto **226**. Como resultado, se proporciona una granularidad más fina donde el sellador adicional **242** puede necesitarse para el objeto **226** si el espesor **204** del sellador **206** no tiene el espesor deseado **240**. Por ejemplo, el espesor **204** del sellador **206** puede tener el espesor deseado **240** en un lado del objeto **226**, pero no en otro lado del objeto **226**. El mapa **244** puede identificar el lado de objeto **226** que necesita el sellador adicional **242**. Además, el mapa **244** puede indicar el espesor adicional **246** del sellador adicional **242** necesario para el objeto **226**. La identificación del espesor adicional **246** del sellador adicional **242** permite la aplicación del sellador adicional **242** para obtener el espesor deseado **240** con la mayor precisión deseada en estos ejemplos ilustrativos.

35 En estos ejemplos ilustrativos, el espesor deseado **240** es un espesor en el que se cumple una serie de parámetros de rendimiento deseados. El número de parámetros de rendimiento puede ser, por ejemplo, una reducción en la formación de un arco eléctrico, un nivel deseado de resistencia a las fugas, el peso mínimo o máximo deseado del sellador para cada localización, y otros parámetros de rendimiento adecuados.

40 La ilustración del entorno de medición de sellador **200** en la **figura 2** no significa implicar las limitaciones físicas o arquitectónicas a la manera en que puede implementarse una realización ilustrativa. Otros componentes, pueden usarse además de o en lugar de los ilustrados. Algunos componentes pueden ser innecesarios. Además, los bloques se presentan para ilustrar algunos de los componentes funcionales. Uno o más de estos bloques pueden combinarse, dividirse, o combinarse y dividirse en diferentes bloques cuando se implementan en una realización ilustrativa.

45 Por ejemplo, aunque los objetos **208** se han descrito, en general, como elementos de sujeción, estos elementos de sujeción pueden ser, sin limitación, un remache, un perno con una tuerca acoplada con el perno, un tornillo, un pasador y un collar de sujeción, placas de tuerca, y otros componentes adecuados. En otro ejemplo, un objeto de los objetos **208** puede ser una sola parte o un conjunto de partes. Por ejemplo, sin limitación, un objeto puede ser una tira de refuerzo, un tensor, una junta de solape, una abrazadera, una barra de unión, un mástil, un tanque de combustible, un ala, un barril de material compuesto para un fuselaje, un cajón de ala, y algún otro tipo adecuado de objeto. El objeto puede ser cualquier objeto montado en una superficie que usa un sellador entre el objeto y el elemento de sujeción o el objeto y la superficie.

55 Como otro ejemplo, aunque la plataforma **210** se ha descrito como una aeronave, la plataforma **210** puede adoptar otras formas. La plataforma **210** también puede ser, por ejemplo, sin limitación, una plataforma móvil, una plataforma estacionaria, una estructura basada en tierra, una estructura basada en agua, una estructura basada en el espacio, y/o alguna otra plataforma adecuada. Más específicamente, las diferentes realizaciones ilustrativas pueden aplicarse a, por ejemplo, sin limitación, un submarino, un autobús, un vehículo de transporte, un tanque, un tren, un automóvil, una nave espacial, una estación espacial, un satélite, un buque de superficie, una planta de energía, una presa, una planta de fabricación, un edificio, y/o alguna otra plataforma adecuada.

60 Como otro ejemplo ilustrativo, aunque el número de escáneres tridimensionales **218** se ha descrito como que se implementa usando unos escáneres láser, el número de escáneres tridimensionales **218** puede implementarse usando otros tipos de escáneres tridimensionales además de o en lugar de escáneres láser. Cualquier tipo de dispositivo que esté configurado para recoger datos acerca de las geometrías de la superficie de objeto **226** puede

usarse. Por ejemplo, puede usarse un escáner de contacto en el sistema de escáner tridimensional **214**.

Además, el sistema de escáner tridimensional **214** puede incluir diferentes tipos de escáneres en número de escáneres tridimensionales **218**. Por ejemplo, un escáner en número de escáneres tridimensionales **218** puede ser de un primer tipo, tales como un escáner láser, y otro escáner en número de escáneres tridimensionales **218** puede ser de un tipo diferente, tales como un escáner de contacto.

Volviendo ahora a la **figura 3**, se representa una ilustración de los elementos de sujeción en el interior de un tanque de combustible de material compuesto de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, una parte de los elementos de sujeción **300** se extiende en el interior **302** del tanque de combustible de material compuesto **304**. Tal como se representa, un escáner tridimensional **306** y un escáner tridimensional **308** tanto exploran como generan unos datos acerca de los elementos de sujeción **300**. En particular, los datos son datos acerca de los puntos en la superficie de los elementos de sujeción **300**.

Volviendo ahora a la **figura 4**, se representa una ilustración de los datos recogidos para los elementos de sujeción en una visualización donde se han perdido algunos de los datos, de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, la visualización **400** es una imagen con unas representaciones **401** de los elementos de sujeción **300** de la **figura 3**. La visualización **400** es un ejemplo de una visualización que puede mostrarse en una visualización en el sistema informático **216** de la **figura 2**. Aunque la visualización **400** muestra los elementos de sujeción, la información acerca de los elementos de sujeción se almacena y no siempre se visualiza en la visualización **400**, en función de la implementación.

Como puede observarse, la sección **402**, la sección **404** y la sección **406** en las representaciones **401** de los elementos de sujeción **300** en la visualización **400** son secciones de los elementos de sujeción **300** no mostradas. Estas secciones se han perdido en estos ejemplos, debido a unas oclusiones del escáner tridimensional **306** y del escáner tridimensional **308**.

Volviendo ahora a la **figura 5**, se representa una ilustración de una visualización de los datos recogidos para los elementos de sujeción rellenando con datos adicionales la información perdida de acuerdo con una realización ilustrativa. La visualización **500** es otro ejemplo de una visualización que puede mostrarse en una visualización en el sistema informático **216** de la **figura 2**. La visualización **500** ilustra los primeros datos para la primera geometría de la primera superficie de estos elementos de sujeción antes de que se sellen los elementos de sujeción.

En la visualización **500**, la sección **402**, la sección **404** y la sección **406** se muestran ahora en las representaciones **401** de los elementos de sujeción **300** de la visualización **500**. Estas secciones se rellenan usando los datos de un modelo de los elementos de sujeción **300**. El modelo **228** en la base de datos de objetos **230** de la **figura 2** puede ser una implementación para el modelo usado para proporcionar los datos para los elementos de sujeción **300**. Por supuesto, la información de las secciones perdidas puede suministrarse a partir de otra fuente en otros ejemplos. Un ejemplo de otra fuente puede ser un escáner tridimensional de mano.

Volviendo ahora a la **figura 6**, se representa una ilustración de los elementos de sujeción con un sellador de acuerdo con una realización ilustrativa. En este ejemplo ilustrativo, los elementos de sujeción **300** están cubiertos con un sellador **600**. Los elementos de sujeción **300** se muestran en líneas de trazos para ilustrar un espesor de un sellador **600** a lo largo de los elementos de sujeción **300**.

El escáner tridimensional **306** y el escáner tridimensional **308** realizan una exploración de los elementos de sujeción **300** con un sellador **600** que cubre los elementos de sujeción **300**. El escáner tridimensional **306** y el escáner tridimensional **308** generan los segundos datos de una segunda geometría de la superficie **602** de los elementos de sujeción **300**. Esta superficie de los elementos de sujeción **300** está definida por el sellador **600**.

Volviendo ahora a la **figura 7**, se representa una ilustración de una visualización de los datos recogidos para los elementos de sujeción cubiertos por un sellador de acuerdo con una realización ilustrativa. La visualización **700** es un ejemplo de una visualización que puede mostrarse en una visualización en el sistema informático **216** de la **figura 2**.

En este ejemplo ilustrativo, la visualización **700** incluye unas representaciones **701** de los elementos de sujeción **300** de la **figura 3** cubiertos por un sellador **600**. La visualización de las representaciones en la visualización **700** se realiza usando los segundos datos para la segunda geometría de la superficie **602** de los elementos de sujeción **300** a medida que se cubren por un sellador **600**.

Volviendo ahora a la **figura 8**, se representa una ilustración de una comparación de los primeros datos con los segundos datos de acuerdo con una realización ilustrativa. La visualización **800** es otro ejemplo de una visualización que puede mostrarse en una visualización en el sistema informático **216** de la **figura 2**. La visualización **800** ilustra una comparación de los primeros datos ilustrados en la **figura 5** y los segundos datos ilustrados en la **figura 7**.

Los datos mostrados en esta imagen pueden analizarse para identificar el espesor del sellador en los elementos de

sujeción **300** en la **figura 3**. La diferencia entre los primeros datos y los segundos datos puede usarse para identificar un espesor para las diferentes partes de los elementos de sujeción **300**.

Las diferentes visualizaciones ilustradas en las **figuras 3-8** se proporcionan con los fines de representar algunas de las operaciones realizadas. La información de las diferentes operaciones se almacena y no necesariamente tiene que visualizarse en un dispositivo de visualización. Por ejemplo, las visualizaciones pueden visualizarse en un dispositivo de visualización cuando una discrepancia entre un espesor deseado del sellador y el espesor medido del sellador está presente. Si la condición es satisfactoria, la información no se muestra. En otras palabras, las diferentes operaciones pueden realizarse sin necesidad de la entrada de un usuario, y los informes pueden generarse solo cuando sea necesario actuar para añadir un sellador.

Volviendo ahora a la **figura 9**, se representa una ilustración de un mapa del espesor de sellador con unas localizaciones donde se indica que se necesita un sellador adicional de acuerdo con una realización ilustrativa. La visualización **900** es otro ejemplo de una visualización que puede mostrarse en una visualización en el sistema informático **216** de la **figura 2**. En este ejemplo ilustrativo, se presenta el mapa **901** de los elementos de sujeción **300** en la visualización **900** e incluye un indicador gráfico **902** y un indicador gráfico **904**. Estos indicadores gráficos que se muestran en el mapa **901** identifican las localizaciones en los elementos de sujeción **300** donde puede necesitarse más sellador. En otras palabras, la visualización **900** indica dónde el espesor no es tan grueso como se desea.

Volviendo ahora a la **figura 10**, se representa una ilustración de un mapa del espesor de sellador que incluye unas guías para añadir un sellador de acuerdo con una realización ilustrativa. La visualización **1000** es otro ejemplo de una visualización que puede mostrarse en una visualización en el sistema informático **216** de la **figura 2**. La visualización **1000** muestra un mapa **1001** de los elementos de sujeción **300**. En este ejemplo representado, un indicador gráfico **1002** y un indicador gráfico **1004** en el mapa **1001** identifican el espesor adicional del sellador adicional que debería añadirse a los elementos de sujeción **300**. En los ejemplos ilustrativos, la superficie del sellador puede rasparse o de otra manera cambiarse para proporcionar una mejor adhesión para el sellador adicional. La eliminación del sellador original para este fin también puede tenerse en cuenta en el mapa **1001**. En otros casos, el sellador no se cambia antes de añadir el sellador adicional.

La ilustración de la visualización **400** de la **figura 4**, la visualización **500** de la **figura 5**, la visualización **700** de la **figura 7**, la visualización **800** de la **figura 8**, la visualización **900** de la **figura 9**, y la visualización **1000** de la **figura 10** no significa limitar la manera en que la información puede presentarse en una visualización. Por ejemplo, la información puede visualizarse como una imagen tridimensional en lugar de en dos dimensiones como se representa en estos ejemplos ilustrativos. Además, otra información o anotaciones pueden incluirse también en las visualizaciones o almacenarse en el ordenador para su recuperación y análisis posterior. Por ejemplo, la información mostrada en las visualizaciones de las **figuras 4-10** también puede usarse para el análisis de tendencias y la planificación de mejora de procesos.

Haciendo referencia ahora a la **figura 11**, se representa un diagrama de flujo de un proceso para inspeccionar un sellador en un objeto de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso ilustrado en la **figura 11** puede implementarse en el entorno de medición de sellador **100** en la **figura 1** o en el entorno de medición de sellador **200** en la **figura 2**. En particular, el proceso puede implementarse usando el sistema de medición de sellador **110** de la **figura 1** o el sistema de medición de sellador **202** de la **figura 2**.

El proceso se inicia generando los primeros datos para una primera geometría de una primera superficie de un objeto antes de sellar el objeto (operación **1100**). Los primeros datos se generan, al menos en parte, a partir de un modelo del objeto. Tanto una exploración del objeto como un modelo del objeto pueden usarse si las oclusiones bloquean los escáneres tridimensionales.

El proceso genera los segundos de datos para una segunda geometría de una segunda superficie del objeto después de que se haya aplicado un sellador al objeto (operación **1102**). A continuación, el proceso identifica una diferencia entre los primeros datos y los segundos datos que indica un espesor del sellador en el objeto (operación **1104**).

Se realiza una determinación en cuanto a si el espesor del sellador es un espesor deseado para el sellador (operación **1106**). Si el espesor del sellador es el espesor deseado, todas las partes del objeto tienen el espesor deseado. Si una parte del objeto no tiene el espesor deseado, entonces el espesor del sellador no se considera que tiene el espesor deseado a pesar de que otras partes del objeto pueden tener el espesor deseado para el sellador.

Si el espesor del sellador no es un espesor deseado, se genera una indicación para indicar que el espesor deseado está ausente (operación **1108**), terminando el proceso después de la misma. Esta indicación puede adoptar la forma de unos indicadores gráficos en un mapa. Los indicadores gráficos pueden indicar las localizaciones de la parte del objeto en la que está ausente el espesor deseado para el sellador. Los indicadores gráficos también pueden indicar una cantidad de sellador a añadirse en las localizaciones.

Con referencia de nuevo a la operación **1106**, si el sellador tiene un espesor deseado, el proceso también termina.

En algunos casos, puede generarse un informe indicando los resultados de la inspección del objeto. Este proceso puede realizarse para cada objeto de interés. El proceso puede realizarse repitiendo las operaciones. En otros ejemplos ilustrativos, el proceso de la **figura 11** puede realizarse al mismo tiempo para todos los objetos de interés.

5 Además, el proceso de la **figura 11** puede realizarse para la misma parte que se fabrica para el mismo tipo o modelo de una aeronave. La recogida de datos se guarda. Estos datos forman conjuntos de datos que pueden analizarse para las tendencias donde los espesores pueden ocurrir suficientemente a menudo para autorizar un cambio en las operaciones realizadas aplicando un sellador para evitar el espesor indeseado en futuras aplicaciones del sellador a las mismas partes en el mismo tipo de aeronave.

10 Haciendo referencia a continuación a la **figura 12**, se representa un diagrama de flujo de un proceso para generar los primeros datos para la primera geometría de una primera superficie de un objeto de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso de la **figura 12** es un ejemplo de una implementación de la operación **1100** de la **figura 11**.

15 El proceso empieza explorando el objeto (operación **1200**). La exploración se realiza usando el sistema de escáner tridimensional **214** de la **figura 2** en estos ejemplos. La operación **1200** da como resultado unos datos recogidos acerca de la primera geometría de una primera superficie de un objeto.

20 Se realiza una determinación en cuanto a si se han perdido un número de secciones de los primeros datos para la primera geometría de la primera superficie del objeto (operación **1202**). Si se han perdido un número de secciones, se obtienen unos datos para rellenar las secciones perdidas (operaciones **1204**). Los datos pueden obtenerse de un número de maneras diferentes. De acuerdo con la invención, los datos se generan a partir de un modelo del objeto. En un ejemplo comparativo, los datos pueden obtenerse a partir de otra exploración del objeto usando un escáner tridimensional de mano o reposicionando los escáneres en el sistema de escáner tridimensional.

25 A continuación, el proceso llena el número de secciones que están perdidas (operación **1206**), terminando el proceso después de esto. Haciendo referencia de nuevo a la operación **1202**, si no se ha perdido un número de secciones, el proceso termina.

30 En la **figura 13**, se representa un diagrama de flujo de un proceso para analizar los datos del espesor de sellador de acuerdo con una realización ilustrativa. El proceso de la **figura 13** puede usarse para identificar los cambios en los procesos de fabricación.

35 El proceso empieza identificando los conjuntos de datos que muestran unos espesores de sellador para una parte (operación **1300**). Los conjuntos de datos son datos para el mismo tipo de parte que se procesa a lo largo de cierto número de veces. Por ejemplo, los conjuntos de datos pueden ser un sellador pulverizado en los elementos de sujeción para fabricar el mismo tipo de tanque de combustible.

40 El proceso analiza los datos para determinar si una tendencia está presente en las zonas repetidas en las que el sellador no es tan grueso como se desea (operación **1302**). Si una tendencia está presente, se realizan ajustes en el proceso de pulverización (operación **1304**), terminando el proceso después de esto. De lo contrario, si una tendencia no está presente en la operación **1302**, el proceso termina.

45 Los diagramas de flujo y diagramas de bloques en las diferentes realizaciones representadas ilustran la arquitectura, la funcionalidad y el funcionamiento de algunas posibles implementaciones de los aparatos y los métodos en una realización ilustrativa. En este sentido, cada bloque en los diagramas de flujo o en los diagramas de bloques puede representar un módulo, un segmento, una función, y/o una parte de una operación o etapa. Por ejemplo, uno o más de los bloques pueden implementarse como un código de programa, en hardware, o una combinación del código de programa y el hardware. Cuando se implementa en hardware, el hardware puede, por ejemplo, tener la forma de unos circuitos integrados que se fabrican o se configuran para realizar una o más operaciones en los diagramas de flujo o de bloques.

50 En algunas implementaciones alternativas de una realización ilustrativa, la función o las funciones observadas en los bloques pueden producirse fuera del orden observado en las **figuras**. Por ejemplo, en algunos casos, dos bloques mostrados en sucesión pueden ejecutarse sustancialmente de manera simultánea, o los bloques pueden a veces realizarse en el orden inverso, en función de la funcionalidad en cuestión. También, otros bloques pueden añadirse además de los bloques ilustrados en un diagrama de flujo o de bloque.

55 Volviendo ahora a la **figura 14**, se representa una ilustración de un sistema de procesamiento de datos de acuerdo con una realización ilustrativa. El sistema de procesamiento de datos **1400** puede usarse para implementar el sistema informático **216** de la **figura 2**. En este ejemplo ilustrativo, el sistema de procesamiento de datos **1400** incluye un marco de comunicaciones **1402**, que proporciona las comunicaciones entre la unidad de procesador **1404**, la memoria **1406**, un almacenamiento persistente **1408**, la unidad de comunicaciones **1410**, la unidad de entrada/salida (E/S) **1412**, y la visualización **1414**. En este ejemplo, el marco de comunicaciones **1402** puede adoptar la forma de un bus de sistema.

60

65

La unidad de procesador **1404** sirve para ejecutar las instrucciones para el software que puede cargarse en la memoria **1406**. La unidad de procesador **1404** puede ser un número de procesadores, un núcleo de multi-procesador, o algún otro tipo de procesador, en función de la implementación específica.

5 La memoria **1406** y el almacenamiento persistente **1408** son unos ejemplos de dispositivos de almacenamiento **1416**. Un dispositivo de almacenamiento es cualquier pieza de hardware que sea capaz de almacenar información, tal como, por ejemplo, sin limitación, datos, un código de programa en forma funcional, y/o cualquier otra información adecuada, ya sea de manera temporal y/o permanente. Los dispositivos de almacenamiento **1416** también pueden denominarse como dispositivos de almacenamiento legibles por ordenador en estos ejemplos ilustrativos. La memoria **1406**, en estos ejemplos, puede ser, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio o cualquier otro dispositivo de almacenamiento volátil o no volátil adecuado. El almacenamiento persistente **1408** puede adoptar diversas formas, en función de la implementación específica.

15 Por ejemplo, el almacenamiento persistente **1408** puede contener uno o más componentes o dispositivos. Por ejemplo, el almacenamiento persistente **1408** puede ser un disco duro, una memoria flash, un disco óptico regrabable, una cinta magnética regrabable, o alguna combinación de los anteriores. Los medios usados por el almacenamiento persistente **1408** también pueden ser extraíbles. Por ejemplo, puede usarse un disco duro extraíble para el almacenamiento persistente **1408**.

20 La unidad de comunicaciones **1410**, en estos ejemplos ilustrativos, proporciona las comunicaciones con otros sistemas o dispositivos de procesamiento de datos. En estos ejemplos ilustrativos, la unidad de comunicaciones **1410** es una tarjeta de interfaz de red.

25 La unidad entrada/salida **1412** permite la entrada y salida de datos con otros dispositivos que pueden estar conectados al sistema de procesamiento de datos **1400**. Por ejemplo, la unidad de entrada/salida **1412** puede proporcionar una conexión para una entrada de usuario a través de un teclado, un ratón, y/o algún otro dispositivo de entrada adecuado. Además, la unidad de entrada/salida **1412** puede enviar la salida a una impresora. La visualización **1414** proporciona un mecanismo para visualizar la información a un usuario.

30 Las instrucciones para el sistema operativo, las aplicaciones, y/o los programas pueden localizarse en los dispositivos de almacenamiento **1416**, que están en comunicación con la unidad de procesador **1404** a través del marco de comunicaciones **1402**. Los procesos de las diferentes realizaciones pueden realizarse por la unidad de procesador **1404** usando unas instrucciones implementadas por ordenador, que pueden localizarse en una memoria, tal como la memoria **1406**.

35 Estas instrucciones se denominan como código de programa, código de programa utilizable por ordenador o código de programa legible por ordenador que puede leerse y ejecutarse por un procesador en la unidad de procesador **1404**. El código de programa en las diferentes realizaciones puede realizarse en diferentes medios de almacenamiento legibles por ordenador o físicos, tales como la memoria **1406** o el almacenamiento persistente **1408**.

45 El código de programa **1418** se localiza en una forma funcional en los medios legibles por ordenador **1420** que pueden extraerse de manera selectiva y puede cargarse en o transferirse al sistema de procesamiento de datos **1400** para su ejecución por la unidad de procesador **1404**. El código del programa **1418** y los medios legibles por ordenador **1420** forman un producto de programa informático **1422** en estos ejemplos ilustrativos. En un ejemplo, los medios legibles por ordenador **1420** pueden ser medios de almacenamiento legibles por ordenador **1424** o medios de señales legibles por ordenador **1426**. En estos ejemplos ilustrativos, el medio de almacenamiento legible por ordenador **1424** es un dispositivo de almacenamiento físico o tangible usado para almacenar el código de programa **1418** en lugar de un medio que propaga o transmite un código de programa **1418**.

50 Como alternativa, el código de programa **1418** puede transferirse al sistema de procesamiento de datos **1400** usando los medios de señales legibles por ordenador **1426**. Los medios de señales legibles por ordenador **1426** pueden ser, por ejemplo, una señal de datos propagados que contiene un código de programa **1418**. Por ejemplo, los medios de señales legibles por ordenador **1426** pueden ser una señal electromagnética, una señal óptica, y/o cualquier otro tipo adecuado de señal. Estas señales pueden transmitirse a través de unos enlaces de comunicaciones, tales como los enlaces de comunicaciones inalámbricas, un cable de fibra óptica, un cable coaxial, un cableado, y/o cualquier otro tipo adecuado de enlace de comunicaciones.

60 Los diferentes componentes ilustrados para el sistema de procesamiento de datos **1400** no están destinados a proporcionar limitaciones arquitectónicas a la manera en que pueden implementarse las diferentes realizaciones. Las diferentes realizaciones ilustrativas pueden implementarse en un sistema de procesamiento de datos que incluya unos componentes además de y/o en lugar de los ilustrados para el sistema de procesamiento de datos **1400**. Otros componentes mostrados en la **figura 14** pueden variarse a partir de los ejemplos ilustrativos mostrados. Las diferentes realizaciones pueden implementarse usando cualquier dispositivo de hardware o sistema capaz de ejecutar un código de programa **1418**.

Las realizaciones ilustrativas de la divulgación pueden describirse en el contexto del método de fabricación y servicio de aeronaves **1500** como se muestra en la **figura 15** y la aeronave **1600** como se muestra en la **figura 16**. Volviendo primero a la **figura 15**, se representa una ilustración de un método de fabricación y servicio de aeronaves de acuerdo con una realización ilustrativa. Durante la pre-producción, el método de fabricación y servicio de aeronaves **1500** puede incluir la especificación y el diseño **1502** de la aeronave **1600** de la **figura 16** y la adquisición de material **1504**.

Durante la producción, tiene lugar la fabricación de componentes y el submontaje **1506** y la integración de sistemas **1508** de la aeronave **1600**. Después de esto, la aeronave **1600** puede ir a través de la certificación y la entrega **1510** con el fin de ponerse en servicio **1512**. Mientras que en servicio **1512** para un cliente, la aeronave **1600** se programa para el mantenimiento y el servicio de rutina **1514**, que puede incluir la modificación, la reconfiguración, la remodelación, y otro mantenimiento o servicio.

Cada uno de los procesos del método de fabricación y servicio de aeronaves **1500** puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, un tercero, y/o un operador. En estos ejemplos, el operador puede ser un cliente. Para los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas importantes; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de proveedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una línea aérea, una empresa de arrendamiento financiero, una entidad militar, una organización de servicios, y así sucesivamente.

Haciendo referencia ahora a la **figura 16**, se representa una ilustración de una aeronave en la que puede implementarse una realización ilustrativa. En este ejemplo, la aeronave **1600** se produce por el método de fabricación y servicio de aeronaves **1500** de la **figura 15** y puede incluir un fuselaje **1602** con una pluralidad de sistemas **1604** y un interior **1606**. Unos ejemplos de los sistemas **1604** incluyen uno o más de entre un sistema de propulsión **1608**, un sistema eléctrico **1610**, un sistema hidráulico **1612**, y un sistema de entorno **1614**. Cualquier número de otros sistemas pueden incluirse. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, pueden aplicarse diferentes realizaciones ilustrativas a otras industrias, tales como la industria del automóvil.

Los aparatos y métodos incorporados en el presente documento pueden emplearse durante al menos una de las fases del método de fabricación y servicio de aeronaves **1500** de la **figura 15**. Por ejemplo, el sistema de medición de sellador **202** de la **figura 2** puede usarse para realizar las inspecciones de los espesores de sellador en los elementos de sujeción u otros objetos en los componentes y submontajes.

En un ejemplo ilustrativo, los componentes o submontajes producidos en la fabricación de componentes y submontajes **1506** de la **figura 15** pueden fabricarse de una manera similar a los componentes o submontajes producidos mientras la aeronave **1600** está en servicio **1512** de la **figura 15**. Como otro ejemplo más, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de las mismas pueden utilizarse para realizar inspecciones del espesor de sellador durante las fases de producción, tales como la fabricación de componentes y submontajes **1506** y la integración de sistemas **1508** de la **figura 15**. Una o más realizaciones de aparatos, realizaciones del método, o una combinación de las mismas pueden utilizarse mientras que la aeronave **1600** está en servicio **1512** y/o durante el mantenimiento y el servicio **1514** de la **figura 15** para realizar inspecciones del espesor de sellador en los elementos de sujeción y en otros objetos. La inspección puede usarse para determinar si los cambios en el espesor del sellador se han producido a partir de la exposición al entorno o a partir de otras condiciones de operación. El uso de un número de las diferentes realizaciones ilustrativas puede acelerar sustancialmente el montaje de y/o reducir el coste de la aeronave **1600**.

Por lo tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan un método y un aparato para inspeccionar los selladores en los objetos. Con las diferentes realizaciones ilustrativas, pueden reducirse la cantidad de tiempo y la mano de obra necesaria para inspeccionar los selladores usados en las plataformas, tal como una aeronave. Por ejemplo, con el uso de una o más realizaciones ilustrativas, puede reducirse o eliminarse la medición manual del sellador en los elementos de sujeción por operadores humanos que usan medidores. Con el uso de un sistema de exploración de tres dimensiones, la adquisición de datos puede realizarse más rápidamente y de manera precisa en comparación con los métodos usados actualmente. Como resultado, puede reducirse el tiempo de inspección necesario para la aeronave.

Además, cuando están presentes unas cantidades insuficientes de sellador, la cantidad de sellador usada para la reelaboración de las zonas que necesitan más sellador puede hacerse con mayor precisión usando las realizaciones ilustrativas. Como resultado, puede reducirse la cantidad de sellador adicional. Esta reducción también puede ayudar en la reducción del peso de una aeronave o de otras plataformas.

La descripción de las diferentes realizaciones se ha presentado con fines de ilustración y descripción y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones divulgadas. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la materia. Por ejemplo, aunque las realizaciones ilustrativas se han descrito con respecto a los tanques de combustible de material compuesto, las realizaciones ilustrativas pueden aplicarse a otros tipos de tanques de combustible, tales como, por ejemplo, los tanques de combustible de metal integrados en las alas de metal de una aeronave. De hecho, las realizaciones ilustrativas pueden aplicarse a un sellador u otro material líquido

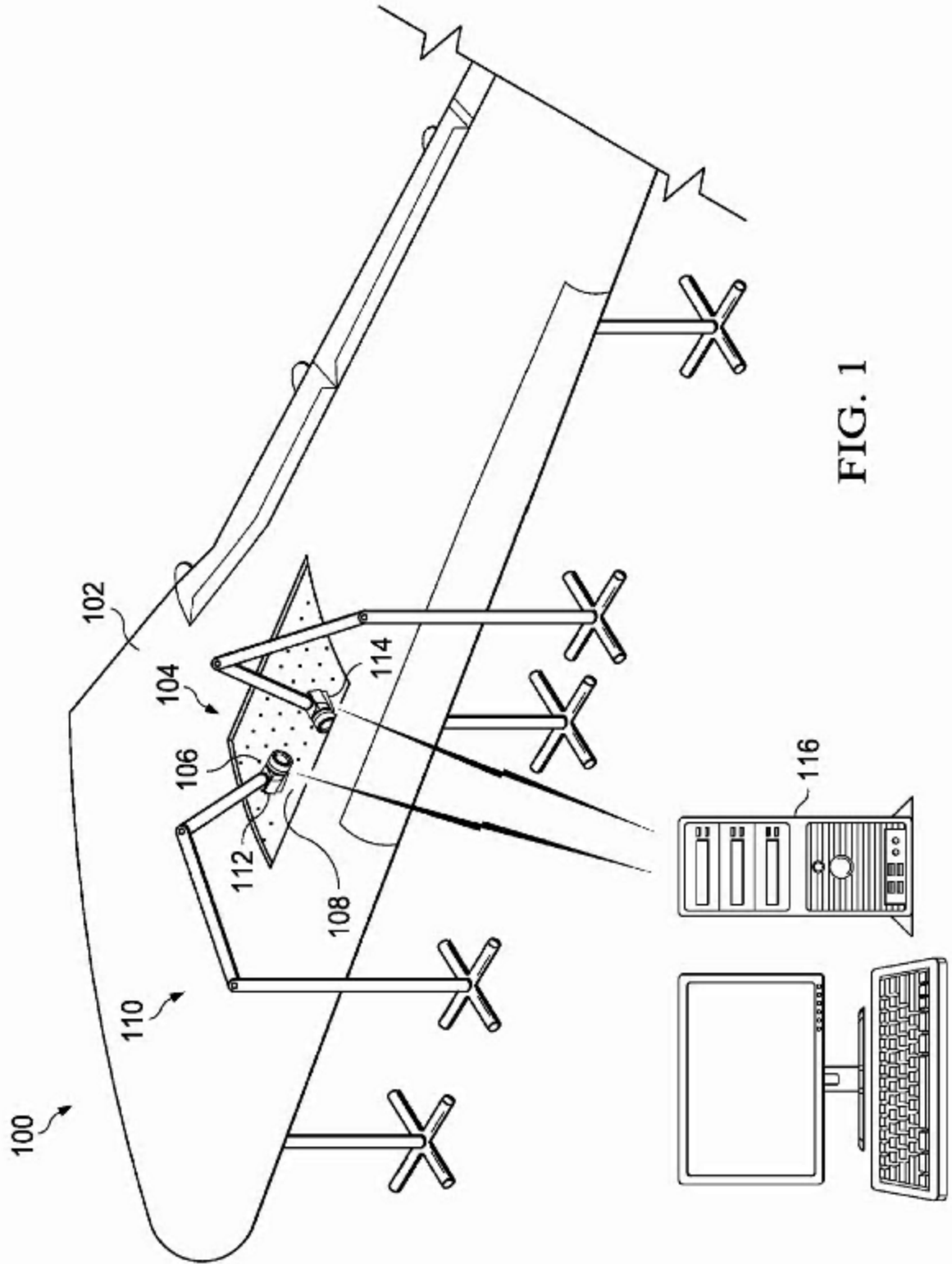
que puede colocarse en un objeto. Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas pueden aplicarse a la pintura que se aplica para recubrir un objeto.

REIVINDICACIONES

1. Un método para inspeccionar un sellador (206) en un objeto (226), comprendiendo el método: generar unos primeros datos (220) para una primera geometría (222) de una primera superficie (224) del objeto (226) antes de sellar el objeto (226);
 5 generar unos segundos datos (232) para una segunda geometría (234) de una segunda superficie (236) del objeto (226) después de que se haya aplicado el sellador (206) al objeto (226); e
 identificar una diferencia (238) entre los primeros datos (220) y los segundos datos (232), donde la diferencia (238) indica un espesor (204) del sellador (206) en el objeto (226), estando el método **caracterizado por que:**
 10 los primeros datos se generan al menos en parte a partir de un modelo (228) del objeto (226).
2. El método de la reivindicación 1 que comprende además:
 15 aplicar el sellador (206) al objeto (226) para formar la segunda superficie (236) del objeto (226).
3. El método de las reivindicaciones 1 o 2 que comprende además:
 20 aplicar un sellador adicional (242) a una parte de la superficie con el sellador (206) que tiene un espesor insuficiente.
4. El método de cualquier reivindicación anterior que comprende además:
 25 determinar si el espesor (204) es un espesor deseado (240) para el sellador (206).
5. El método de la reivindicación 4, donde el espesor deseado (240) es el espesor (204) en el que se cumple una serie de parámetros de rendimiento deseados.
6. El método de cualquier reivindicación anterior que comprende además:
 30 generar un mapa (244) que identifique el espesor (204) del sellador (206) en diferentes partes del objeto (226).
7. El método de cualquier reivindicación anterior, donde la generación de los primeros datos (220) para la primera geometría (222) de la primera superficie (224) del objeto (226) antes de sellar el objeto (226) incluye:
 35 explorar la primera la superficie (224) del objeto (226) para generar datos acerca de las localizaciones en la primera superficie (224) del objeto (226).
8. El método de cualquier reivindicación anterior, donde la generación de los segundos datos (232) para la segunda geometría (234) de la segunda superficie (236) del objeto (226) comprende:
 40 explorar la segunda superficie (236) del objeto (226) para generar datos acerca de las localizaciones en la segunda superficie (236) del objeto (226).
9. Un aparato que comprende:
 45 un analizador de espesor (212) configurado para
 50 generar los primeros datos (220) para una primera geometría (222) de una primera superficie (224) de un objeto (226) antes de sellar el objeto (226);
 generar los segundos datos (232) para una segunda geometría (234) de una segunda superficie (236) del objeto (226) después de que se haya aplicado un sellador (206) al objeto (226); e
 identificar una diferencia (238) entre los primeros datos (220) y los segundos datos (232), donde la diferencia (238) indica un espesor (204) del sellador (206) en el objeto (226), estando el aparato **caracterizado por que:**
 55 **que:**
 al estar configurado para generar los primeros datos (220) para la primera geometría (222) de la primera superficie (224) del objeto (226) antes de sellar el objeto (226), el analizador de espesor (212) está configurado para generar al menos una parte de los primeros datos (220) para la primera geometría (222) de la primera superficie (224) del objeto (226) a partir de un modelo (228) del objeto (226).
 60
10. El aparato de la reivindicación 9, donde el analizador de espesor (212) está configurado además para determinar si el espesor (204) es un espesor deseado (240) para el sellador (206).
11. El aparato de la reivindicación 10, donde el espesor deseado (240) es el espesor (204) en el que se cumple una serie de parámetros de rendimiento deseados.
 65

12. El aparato de las reivindicaciones 9 o 10, donde el analizador de espesor (212) está configurado además para generar un mapa (244) que identifica el espesor (204) del sellador (206) en diferentes partes del objeto (226).

5 13. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, al estar configurado para generar los primeros datos (220) para la primera geometría (222) de la primera superficie (224) del objeto (226) antes de sellar el objeto (226), hace que el analizador de espesor (212) esté configurado para explorar la primera superficie (224) del objeto (226) para generar datos acerca de las localizaciones en la primera superficie (224) del objeto (226).



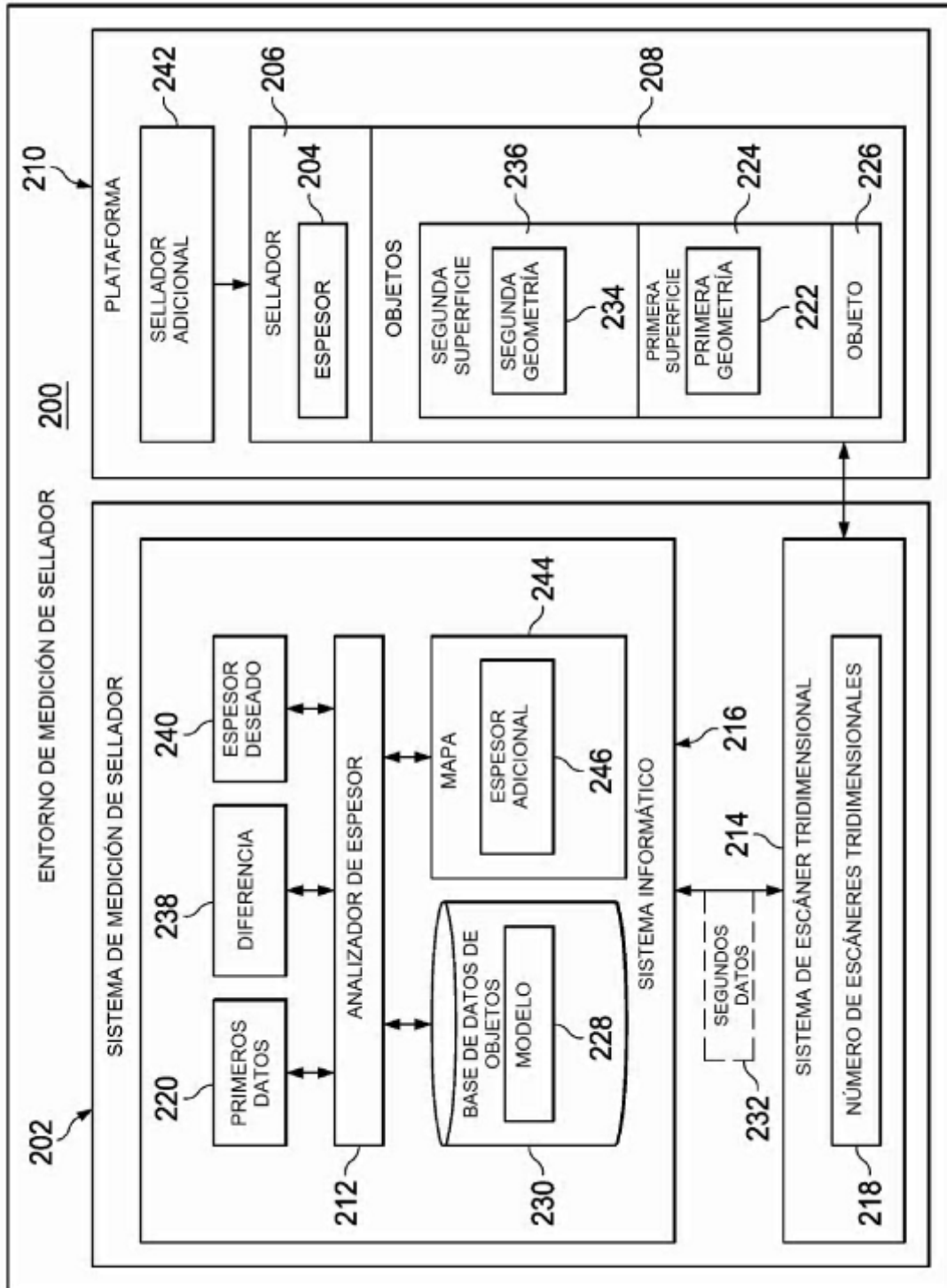


FIG. 2

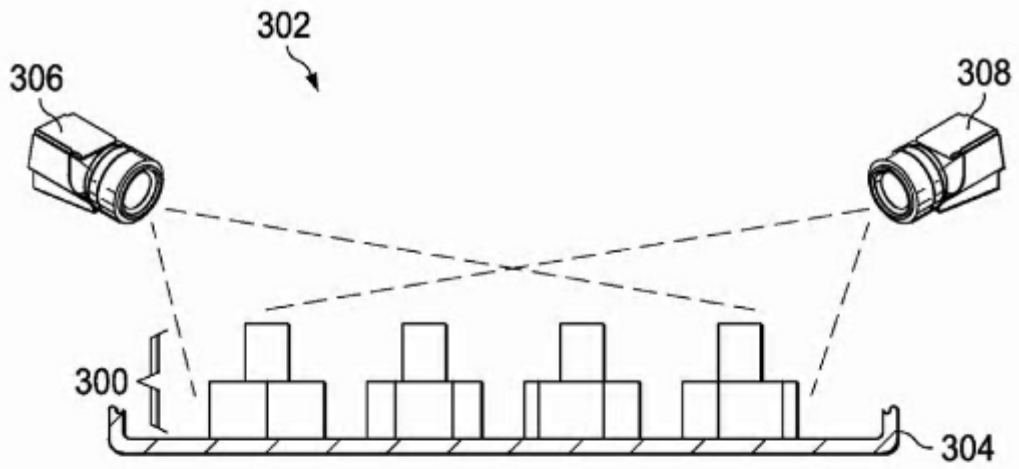


FIG. 3

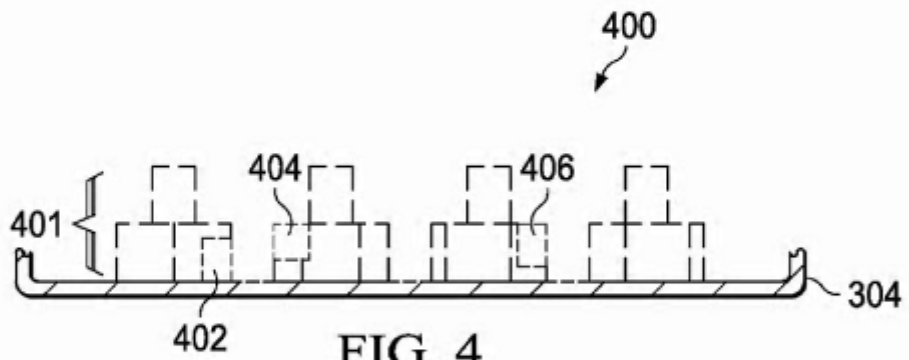


FIG. 4

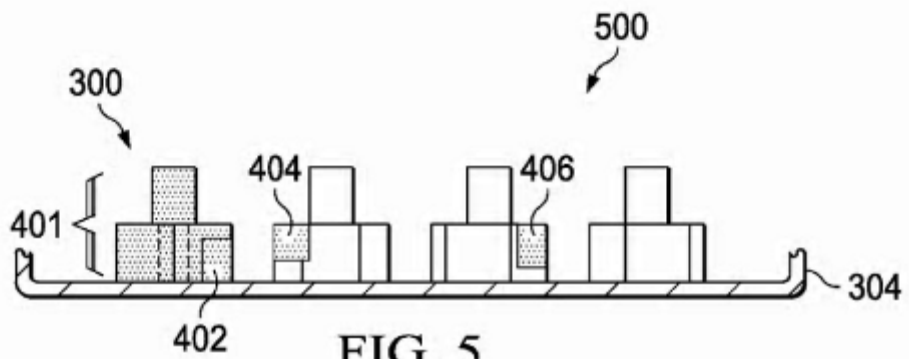


FIG. 5

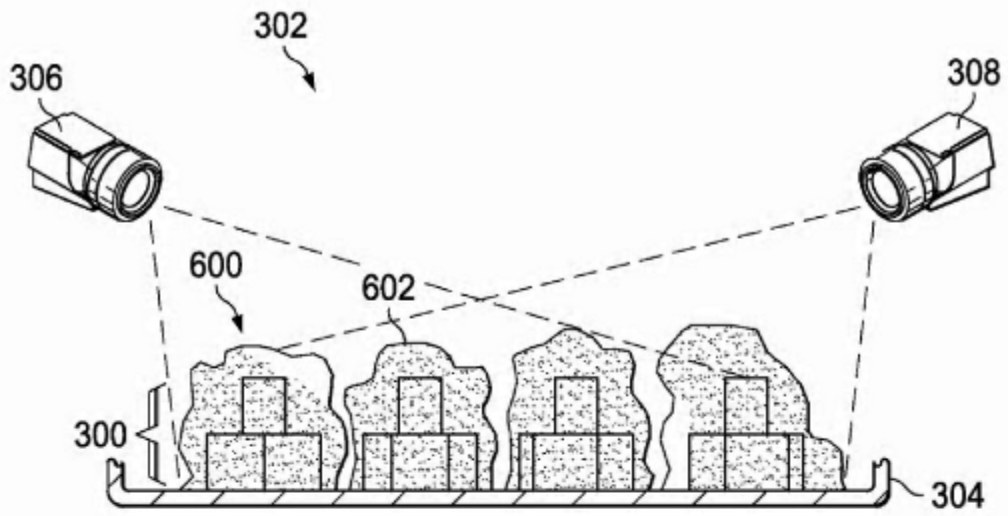


FIG. 6

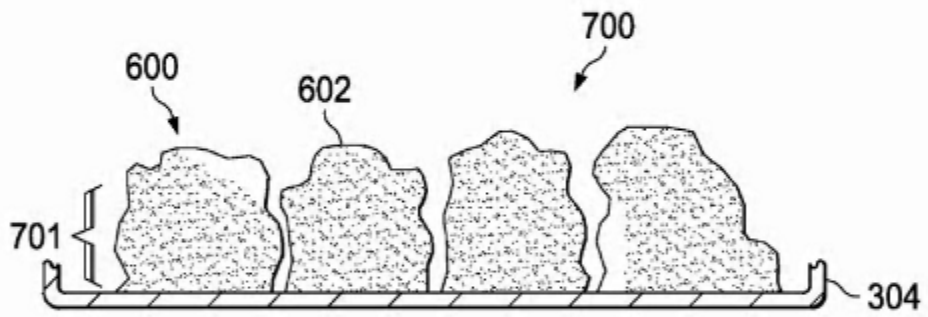


FIG. 7

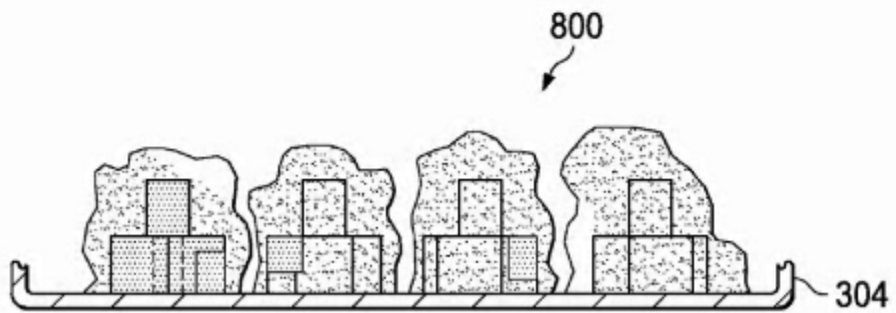


FIG. 8

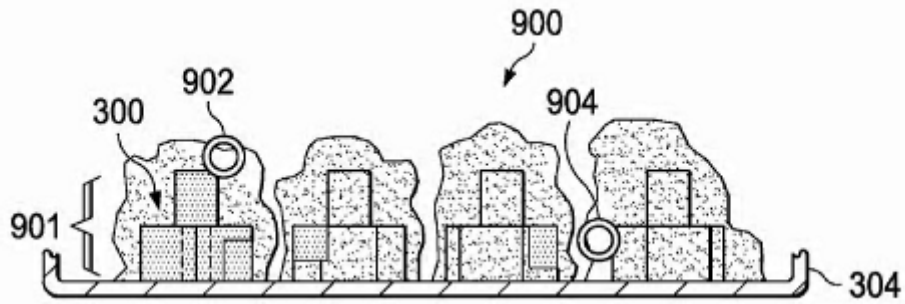


FIG. 9

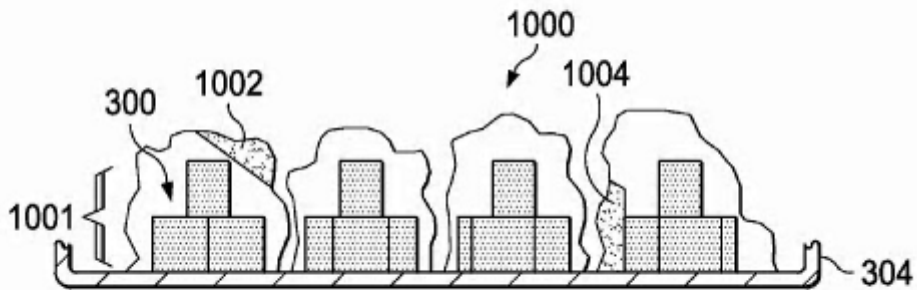


FIG. 10

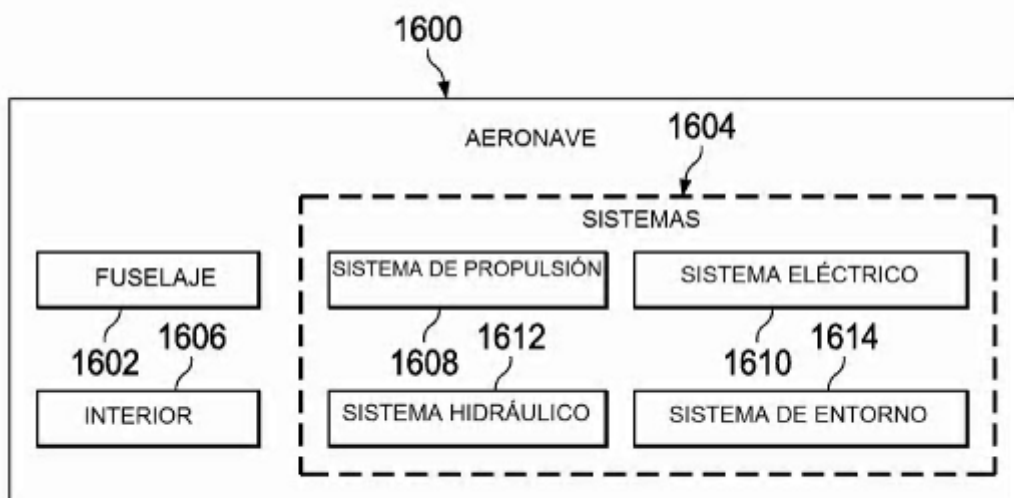


FIG. 16

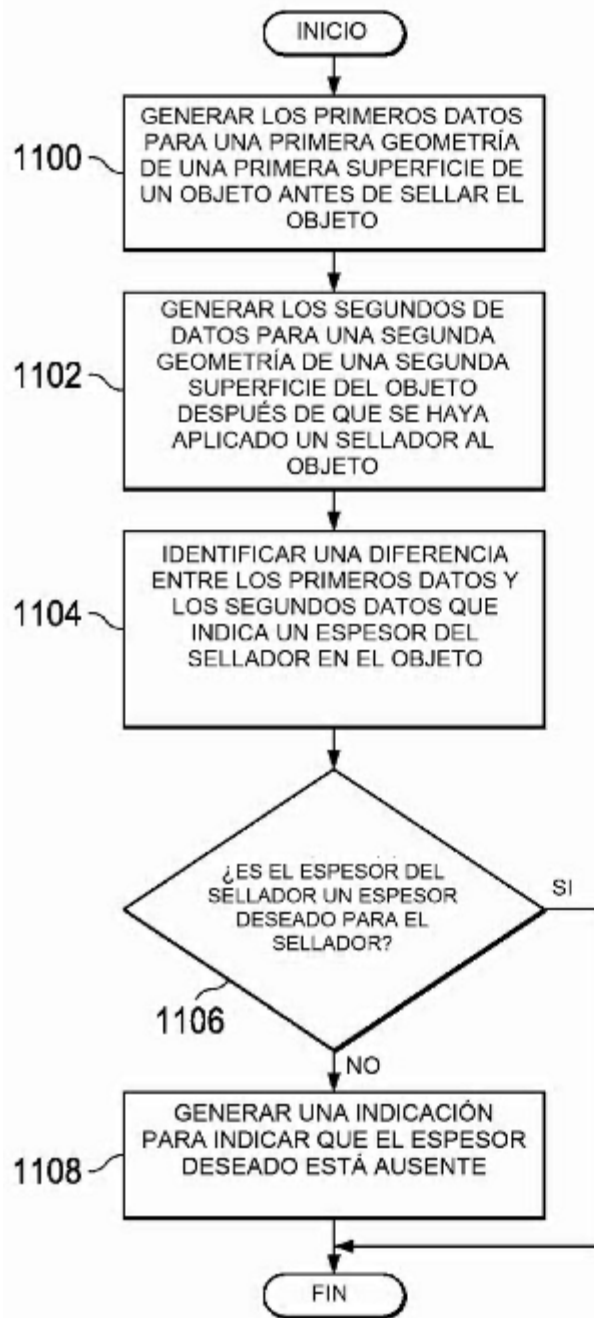


FIG. 11

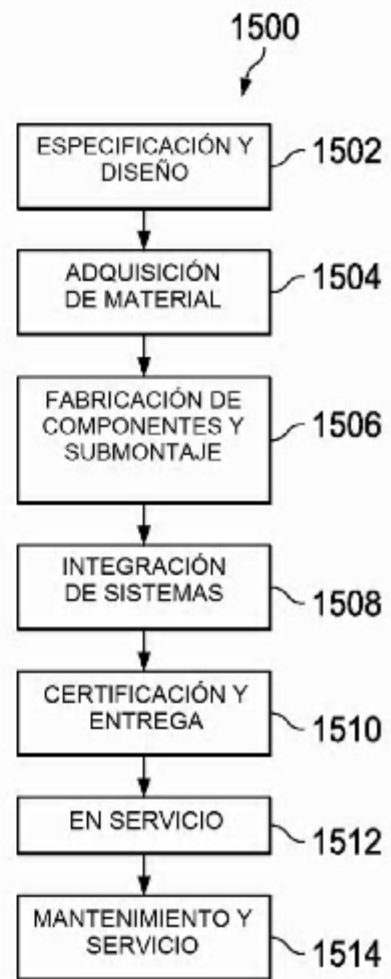


FIG. 15

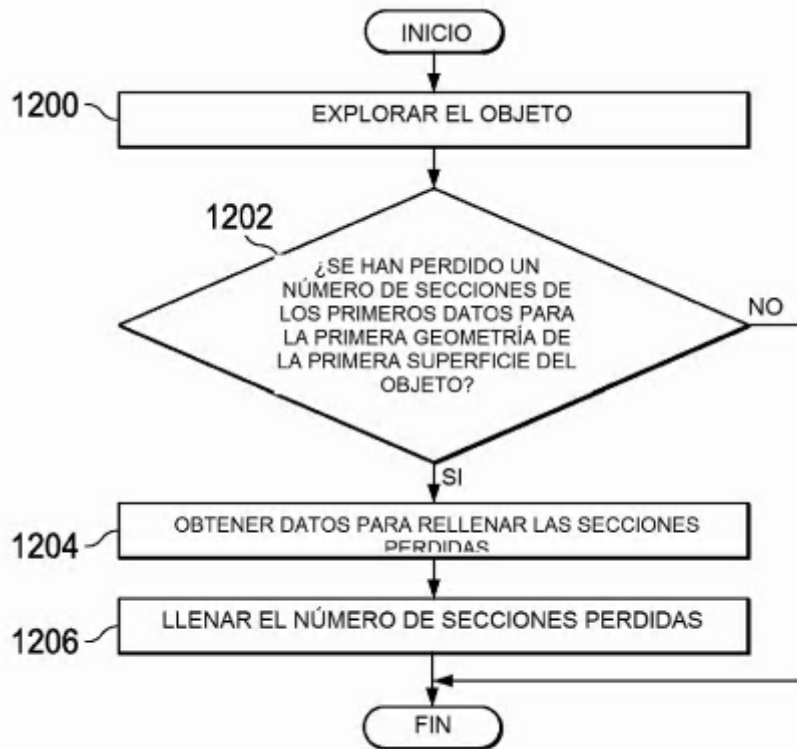


FIG. 12

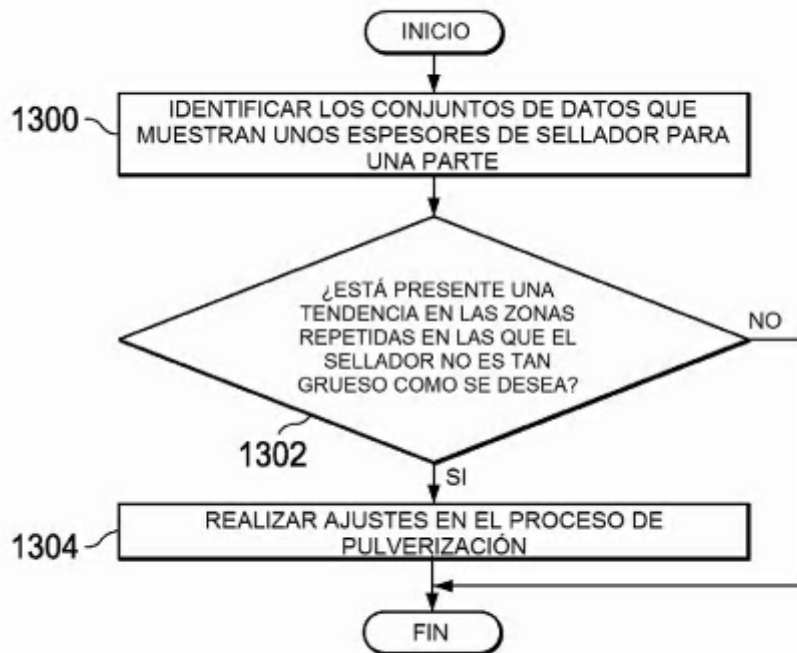


FIG. 13

1400

FIG. 14

