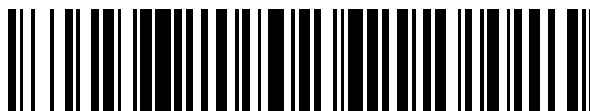


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 586**

51 Int. Cl.:

B05B 12/12 (2006.01)
B05B 13/04 (2006.01)
G01B 11/25 (2006.01)
G06T 7/00 (2006.01)
G06T 15/00 (2011.01)
B05D 1/02 (2006.01)
B05B 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2013 E 13765419 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2852468**

54 Título: **Instalaciones para pintura de objetos**

30 Prioridad:

21.05.2012 IT PI20120062

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

06.10.2016

73 Titular/es:

CMO DI SODINI DINO& C. S.N.C. (50.0%)
Via Aurelia Ovest 283 (ex area Fibronit)
54100 Massa (MS), IT y
SCUOLA SUPERIORE S.ANNA (50.0%)

72 Inventor/es:

MANZI, ALESSANDRO;
ROCCELLA, STEFANO;
BUCCHIONI, JACOPO;
LEONI, FABIO;
FERRI, GABRIELE y
FIGLIOLI, TOMMASO

74 Agente/Representante:

LAHIDALGA DE CAREAGA, José Luis

ES 2 585 586 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

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere al campo de instalaciones para pintura de objetos, en particular, partes de carrocerías de vehículos, tales como capós, parachoques, puertas, pero también casco de embarcaciones, o fuselajes de aeronaves, etc. y en particular, la invención se refiere a un método para la pintura de dichos objetos y a un aparato que realiza el método.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Como es bien conocido, durante una operación de pintura, en particular una pintura por pulverización, de objetos tales como partes de carrocería de vehículos, el operador trabaja en un entorno particularmente hostil, puesto que puede ser afectado por un retorno de material pulverizado, que suele ser tóxico para el cuerpo humano.

15 En condiciones normales, la operación se realiza en cabinas que suelen estar ventiladas, pero los operadores esta obligados, en cualquier caso, a utilizar ropas protectoras y accesorios tales como mascarillas y guantes, con el fin de proteger su piel y sus vías respiratorias. Además, durante la pintura, el operador ha de manejar una boquilla de pulverización junto con los conductos conectados a la misma y de este modo, soportar, durante toda la operación, el peso de la pistola pulverizadora y la presión producida por el suministro de material.

Por lo tanto, con el fin de superar los inconvenientes anteriormente descritos, se han diseñado diferentes aparatos para automatizar la pintura de objetos, en particular, partes de la carrocería de vehículos tales como automóviles, embarcaciones, aeronaves, etc.

25 Un primer ejemplo de un aparato conocido para pintar objetos se da a conocer en el documento US4357900. Esta solución propone desplazar los objetos a pintarse a lo largo de una ruta predeterminada en donde está dispuesta una estación de pintura. El aparato está provisto de un sensor, en particular, una célula fotoeléctrica, que realiza una exploración óptica, eléctrica o magnética para determinar la posición del objeto. Las señales que se detectan por el sensor se envían luego a un dispositivo de control. Además, está provisto un segundo sensor dispuesto para enviar, en el mismo dispositivo de control, una segunda señal cuando el objeto pasa a través de un punto predeterminado. De este modo, el dispositivo de control inicia la pintura de objeto abriendo la boquilla de pulverización cuando los sensores detectan que el objeto mismo ha sido situado en la estación de pintura.

35 Sin embargo, los sensores anteriormente descritos tienen exclusivamente la función de señalar al dispositivo de control la posición del objeto, con el fin de realizar la apertura, o el cierre, de los dispositivos que realizan la pintura.

Otro ejemplo de un aparato conocido para pintar objetos se da a conocer en el documento US5358568. En este caso, el aparato proporciona un manipulador montado en un carro y que comprende una pluralidad de juntas articuladas que tienen movimientos de traslación y de rotación. Al final de las últimas juntas articuladas del tipo rotacional está montada una boquilla de pulverización. En la boquilla de pulverización, o en el manipulador, está provisto un sensor para detectar la distancia de la boquilla de pulverización desde la superficie a pintarse. Un medio de control está también provisto para, sobre la base de la señal recibida desde el sensor, mantener la boquilla de pulverización a una distancia más o menos fija respecto a la superficie a pintarse.

45 El sensor para medir la distancia se selecciona de entre el grupo constituido por: un sensor ultrasónico y un sensor de infrarrojos que emite pulsos ultrasónicos o un haz de infrarrojos, respectivamente, en una dirección aproximadamente paralela a la dirección de entrega de la pintura.

50 Sin embargo, la solución técnica anteriormente descrita no permite pintar la superficie a alta velocidad. De hecho, después de que cada entrega de pintura es necesario desplazar el sensor con el fin de dirigir los pulsos ultrasónicos, o el haz de infrarrojos, en el punto siguiente objeto de pintura. Esta serie de operaciones (detección de la distancia del sensor desde el punto objeto de pintura, disposición de la boquilla pulverizadora a una distancia predeterminada desde la superficie a pintarse y la entrega de la pintura) ha de repetirse para todos los puntos de la superficie a pintarse que suele tener una geometría compleja con diferentes radios de curvatura. Por lo tanto, esta solución, además de requerir un tiempo prolongado para acabar la operación de pintura para toda la superficie, está también sujeta a un alto nivel de errores para realizar numerosas medidas de la distancia que se efectúan desplazando continuamente el sensor.

60 Otros más sistemas industriales pintan de una forma rápida y precisa partes de vehículos, pero se desplazan en rutas preprogramadas diseñadas sobre la base del componente a pintarse y requieren un largo periodo de tiempo para reprogramar dicho sistema si el componente se sustituye por otro que tenga diferente forma y tamaño.

Otros ejemplos de métodos y aparatos para pintar un objeto con inconvenientes similares se describen en los documentos US2011/262622, JP10264060, EP2208541 y EP2196267.

65 SUMARIO DE LA INVENCION

En consecuencia, es un objeto de la presente invención dar a conocer un aparato para pintar objetos, en particular, partes de carrocería de vehículos, tales como capós, guardabarros, puertas, marcos, etc., que sea capaz de superar los inconvenientes antes descritos de los aparatos de la técnica anterior.

Es otra finalidad de la presente invención dar a conocer tal aparato que sea capaz de acelerar y hacer adaptable, con respecto a aparatos similares de la técnica anterior, el procedimiento automático de pintura del objeto y para reducir, al mismo tiempo, la posibilidad de cometer errores durante la etapa de detección de la distancia de la superficie a pintarse desde la boquilla de pulverización.

Es otro objeto de la presente invención dar a conocer un aparato tal que permita identificar, en una pasada única, la forma tridimensional de la superficie a pintarse y luego, la distancia de los puntos principales de la superficie misma desde el cabezal de pintura.

Es otro objeto de la presente invención dar a conocer un aparato tal que permita pintar el objeto con alta precisión también en un entorno hostil como el producido por la pulverización de pintura.

Otro objeto de la presente invención es dar a conocer un método para pintar objetos, en particular partes de carrocería de vehículos que tengan las mismas ventajas.

Estas y otras finalidades se consiguen por un aparato para pintar objetos, en particular, una parte de carrocería, comprendiendo dicho aparato:

- un cabezal de pintura provisto de al menos una boquilla de pulverización dispuesta para proporcionar un flujo de pintura de un color predeterminado sobre la superficie del objeto;
- un medio móvil para desplazar dicho cabezal de pintura en un espacio de trabajo, teniendo dicho medio de desplazamiento al menos dos grados de libertad;

cuya característica principal es proporcionar, además:

- un dispositivo de identificación para identificar la forma tridimensional de la superficie anteriormente descrita del objeto, siendo dicho dispositivo de identificación parte integrante del cabezal de pintura y que comprende:
 - un medio de proyección de infrarrojos dispuesto para proyectar sobre una rejilla, o matriz, de puntos, sobre la superficie del objeto obteniendo una imagen proyectada sobre dicha superficie que comprende una pluralidad de puntos;
 - un medio de sensor óptico dispuesto para detectar la imagen proyectada de puntos para obtener una imagen proyectada detectada, comprendiendo dicha imagen proyectada detectada una pluralidad de puntos, o elementos de imagen, denominados pixel, que tienen unas coordenadas espaciales (x, y, z) determinadas;
 - un medio de procesamiento dispuesto para recibir dicha imagen proyectada detectada desde dicho medio sensor y para determinar dichas coordenadas espaciales (x, y, z) de cada uno de dichos puntos de dicha imagen proyectada de tal manera que determine la forma tridimensional de dicha superficie;

que el medio de desplazamiento esté dispuesto para desplazar el cabezal de pintura en el interior del espacio de trabajo sobre la base de las coordenadas espaciales determinadas de los puntos, de tal manera que durante la etapa de pintura, la boquilla de pulverización esté dispuesta a una distancia prácticamente fija respecto a la superficie a pintarse y sea capaz de seguir su curvatura;

y que el medio de procesamiento esté diseñado para procesar la forma tridimensional para obtener una forma geométrica bidimensional correspondiente, con el medio de procesamiento diseñado para procesar dichos valores de niveles de grises de dichos puntos, o elementos de imagen, de la forma tridimensional, y por lo tanto, la distancia de los puntos, o elementos de imagen, desde el medio sensor para obtener la forma geométrica bidimensional correspondiente.

En particular, las coordenadas espaciales x, y de cada uno de dichos puntos de dicha imagen proyectada pueden determinarse sobre la base de la posición de cada punto, o elemento de imagen, en la imagen proyectada detectada.

En una forma de realización preferida, las coordenadas espaciales z de cada uno de dichos puntos de dicha imagen proyectada se miden sobre la base del valor de nivel de grises del punto correspondiente, o elemento de imagen, en la imagen proyectada detectada.

Preferentemente, el medio de desplazamiento comprende un robot antropomórfico que tiene al menos seis grados de libertad. Esta solución permite obtener una mayor libertad de movimientos y simular, en particular, una operación de pintura realizada a mano por un operador.

En particular, el medio de procesamiento puede adaptarse para procesar la forma tridimensional para determinar un contorno, o perímetro, de la forma geométrica bidimensional anteriormente descrita.

5 En particular, el medio de procesamiento está configurado para determinar el más alto valor de nivel de grises I_{\max} entre todos los puntos o elementos de imagen, de dicha pluralidad de puntos de dicha imagen proyectada detectada, correspondiente al punto, o elemento de imagen, que es más distante desde dicho medio sensor, y el más bajo valor de nivel de grises I_{\min} entre todos los puntos, o elementos de imagen, de dicha pluralidad de puntos de dicha imagen proyectada detectada, que corresponde al punto, o elemento de imagen, que está más próximo a dicho medio sensor. El
 10 medio de procesamiento se dispone luego para asociar un primer valor de nivel de grises, a modo de ejemplo, el valor "255" correspondiente al color blanco, para todos los puntos que tienen un valor de nivel de grises establecido entre I_{\max} e I_{\min} y un segundo valor de nivel de grises, a modo de ejemplo, el valor "0" correspondiente al color negro, para todos los puntos que tienen un diferente valor de nivel de grises. De este modo, el contorno, o perímetro, de la forma geométrica bidimensional se determina definida por todos los puntos, o elementos de imagen, que, después de la etapa de procesamiento anteriormente descrita, tengan un valor de nivel de grises que sea igual al primer valor de nivel de grises, esto es, el valor 255.

Además, el medio de procesamiento está configurado para asociar la forma geométrica bidimensional anteriormente descrita a un modelo de una pluralidad de modelos contenidos en una base de datos predeterminada. A modo de
 20 ejemplo, si el objeto es una parte de carrocería de un automóvil, u otro vehículo, tal como una puerta, un capó, un guardabarros, etc., el medio de procesamiento, sobre la base del contorno, o perímetro, de la forma geométrica bidimensional obtenida, inicia una búsqueda del modelo que tiene un contorno, o perímetro, que le es geoméricamente más similar, entre todos los modelos que están presentes en la base de datos determinada. Dicho tipo de operación se realiza por el medio de procesamiento mediante una comparación del contorno, o perímetro, de la forma geométrica
 25 bidimensional obtenida con el contorno o perímetro, de cada modelo que está presente en la base de datos, asociando a cada comparación un índice de similitud con lo que se obtiene el resultado, esto es, la identificación del modelo que es geoméricamente más similar al objeto a pintarse, cuando el índice es más alto que un valor umbral predeterminado i_s^* . Además, o de forma alternativa a dichos criterios, el medio de procesamiento está dispuesto para realizar dicha comparación con todos los modelos que están presentes en la base de datos obteniendo una pluralidad correspondiente
 30 de índices de similitud i_{si} y obteniendo como resultado del análisis anteriormente descrito, el modelo al que se ha asociado el más alto índice de similitud i_{si} .

Si no es posible asociar la parte detectada a un modelo presente en la base de datos, el medio de procesamiento está dispuesto para memorizar en la base de datos la forma geométrica bidimensional del objeto a pintarse y luego, para
 35 proporcionar un procedimiento de autoaprendizaje.

El medio de desplazamiento puede montarse sobre una guía, a modo de ejemplo, un carril, o una guía de deslizamiento, a lo largo de la que puede desplazarse el medio de desplazamiento para disponerse a una distancia predeterminada, en particular en la proximidad del objeto a pintarse.

40 En una forma de realización preferida, a modo de ejemplo, de la invención, el medio de desplazamiento está montado sobre una plataforma móvil, que tiene, a modo de ejemplo, un número predeterminado de ruedas, en particular tres o cuatro ruedas. De este modo, es posible desplazar libremente el medio de desplazamiento en una zona de trabajo predeterminada, a modo de ejemplo, en una cabina de pintura, en particular, es posible situar el medio de
 45 desplazamiento en cualquier punto de la superficie x, y .

En particular, la plataforma móvil puede estar provista de al menos un sensor seleccionado de entre el grupo constituido por:

- 50 - un sensor de proximidad;
- un sensor de distancia.

Más en detalle, sobre la base de las señales que detectan por el sensor de proximidad y/o por el sensor de distancia, la
 55 plataforma móvil está diseñada para desplazarse en el área de trabajo, a modo de ejemplo, una cabina de pintura, evitando posibles obstáculos que hayan sido detectados.

En una forma de realización preferida, a modo de ejemplo, se da a conocer un medio de interacción, a modo de ejemplo, en el cabezal de pintura, dispuesto para acoplar, por ejemplo, de una forma extraíble, el cabezal de pintura mismo con
 60 una herramienta predeterminada, tal como un recipiente de pulverización, u otro contenedor de pintura, pero también a un dispositivo para secar la pintura, tal como un dispositivo de suministro de aire caliente, u otras herramientas para el acabado de la superficie pintada o de la superficie que se va a pintar.

Preferentemente, el medio de interacción está provisto de medios de accionamiento que están dispuestos para accionar,
 65 en particular para hacer funcionar, o desconectar, una herramienta predeterminada. A modo de ejemplo, en el caso de una herramienta para proporcionar la pintura, el medio de accionamiento está dispuesto para actuar sobre un pulsador, o

sobre una palanca, o un dispositivo de disparo, para accionar en apertura o en cierre, la válvula que abre, o cierra, el suministro de pintura.

5 En una forma de realización, a modo de ejemplo, el medio de accionamiento comprende un cuerpo principal y una pluralidad de cuerpos alargados secundarios, o falanges, conectados de forma pivotante a dicho cuerpo principal, comprendiendo cada uno de dichos cuerpos alargados secundarios un número predeterminado de cuerpos rígidos, o "eslabón", que están dispuestos en serie y conectados de forma pivotante. En particular, los cuerpos rígidos pueden accionarse causando una rotación de los mismos alrededor de charnelas determinadas para la disposición de los
10 cuerpos rígidos en configuraciones de trabajo predeterminadas correspondientes a configuraciones de apertura o cierre, de la mano antropomórfica y configurados de tal manera que se adapten mecánicamente por sí mismos a las diferentes formas de la herramienta manipulada para su accionamiento y luego, para activar, o desactivar, a modo de ejemplo, en caso de un dispositivo de suministro de pintura, para accionar, o desactivar, el pulsador, o dispositivo de disparo operativo, que inicia, o interrumpe el suministro de pintura.

15 En particular, puede proporcionarse una cabina de pintura, en cuyo interior están dispuestos el cabezal de pintura y el objeto a pintarse antes de iniciar una operación de pintura. En una forma de realización preferida, se proporciona, además:

- 20 - un medio de proyección auxiliar, estando dispuesto dicho medio de proyección auxiliar para proyectar un láser de luz estructurada sobre dicho objeto;
- un medio de detección dispuesto para detectar dicha luz estructurada reflejada por dicho objeto y para convertir la misma en una señal de distancia adicional de dicho medio de proyección desde dicho objeto.

25 En conformidad con otro aspecto de la idea inventiva, un método para pintar un objeto, en particular una parte de carrocería de automóvil, comprende las etapas de:

- 30 - disponer un cabezal de pintura en un espacio de trabajo predeterminado, estando dicho cabezal de pintura provisto de al menos una boquilla de pulverización dispuesta para proporcionar un flujo de pintura sobre una superficie de un objeto a pintarse;
- desplazar dicho cabezal de pintura en un espacio de trabajo, realizándose dicha etapa de desplazamiento por un medio que tenga al menos dos grados de libertad;

35 y en donde están también provistas las etapas adicionales de:

- identificar la forma tridimensional de dicha superficie de dicho objeto, comprendiendo dicha etapa de identificación:
 - 40 - proyectar una rejilla, o matriz, de puntos infrarrojos sobre dicha superficie de dicho objeto, obteniendo así una imagen proyectada que comprende una pluralidad de puntos que tienen coordenadas espaciales determinadas;
 - detectar dicha imagen proyectada, obteniendo así una imagen proyectada detectada que comprende una pluralidad de puntos o elementos de imagen que tienen coordenadas espaciales (x, y, z) determinadas, realizándose dicha etapa de detección por medios sensores ópticos que forman parte integrante de dicho
45 cabezal de pintura;
 - procesar dicha imagen proyectada detectada, estando dicha etapa de procesamiento dispuesta para determinar dichas coordenadas espaciales (x, y, z) de cada uno de dichos puntos de dicha imagen proyectada detectada con el fin de determinar la forma tridimensional de dicho objeto, en particular siendo determinadas dichas coordenadas espaciales x, y, sobre la base de la posición de cada punto, o elemento de imagen, en la imagen proyectada detectada, comprendiendo la etapa de procesamiento una etapa de conversión de la forma tridimensional en una forma geométrica bidimensional de la superficie del objeto, realizándose la etapa de conversión calculando los valores de los niveles de grises de los puntos, o elementos de imagen, de la imagen proyectada detectada;
50
 - 55 - desplazar dicho cabezal de pintura en dicha área de trabajo sobre la base de dichas coordenadas espaciales de dichos puntos de modo que durante dicha etapa de pintura, dicha boquilla de pulverización esté dispuesta a una distancia prácticamente fija desde dicha superficie de dicho objeto.

60 Preferentemente, la etapa de procesamiento comprende, además, las etapas de:

- comparar dicha forma geométrica bidimensional con las formas geométricas bidimensionales de una pluralidad de modelos contenidos en una base de datos predeterminada, realizándose dicha etapa de comparación sobre la base de los valores de niveles de grises de un grupo predeterminado de puntos de dicha imagen proyectada detectada y de un grupo de puntos correspondientes, esto es, constituidos por puntos situados en las mismas coordenadas
65

espaciales x , y de los puntos del grupo de puntos de la imagen proyectada detectada que ha sido examinada, de dichos modelos;

- 5 - asociar a cada modelo de dicha pluralidad un índice de similitud correspondiente i_{si} con dicho objeto;
- seleccionar, entre dicha pluralidad de modelos, el modelo que tiene el más alto índice de similitud, o el índice de similitud que es superior a un valor umbral predeterminado i_s ;
- 10 - asociar dicho modelo seleccionado a dicha forma geométrica bidimensional de dicho objeto a pintarse;
- visualizar una diversidad de colores asociados a dicho modelo seleccionado;
- seleccionar un color predeterminado entre dicha diversidad de colores.

15 En particular, la etapa de comparación comprende las etapas de:

- identificar el contorno, o perímetro, de dicha forma geométrica bidimensional,
- 20 - proporcionando dicha etapa de identificación las etapas de:
 - calcular el más alto valor de nivel de grises I_{max} entre todos los puntos, o elementos de imagen, de dicha pluralidad de puntos de dicha imagen proyectada detectada, correspondiente al punto, o elemento de imagen, que es el más distante desde dicho medio sensor;
 - 25 - calcular el más bajo valor de nivel de grises I_{min} entre todos los puntos, o elementos de imagen, de dicha pluralidad de puntos de dicha imagen proyectada detectada, correspondiente al punto, o elemento de imagen, más próximo a dicho medio sensor,
 - 30 - asociar un primer valor de nivel de grises, en particular, el valor "255" correspondiente al color blanco, a todos los puntos que tengan un valor de nivel de grises establecido entre I_{max} e I_{min} y un segundo valor de nivel de grises, en particular el valor "0" correspondiente al color negro, a todos los puntos que tengan un nivel de grises diferente;
 - comparar dicho contorno, o perímetro, definido, con el contorno, o perímetro, de dicha pluralidad de modelos contenidos en dicha base de datos.
- 35

En particular, dicha etapa de comparación se realiza comparando el contorno, o perímetro, de la forma geométrica bidimensional del objeto a pintarse con el contorno, o perímetro, de los modelos que están presentes en la base de datos anteriormente descrita.

40 Preferentemente, se proporciona una etapa de centrado para centrar dicho medio sensor con respecto a dicha superficie de dicho objeto a detectarse, comprendiendo dicha etapa de centrado las etapas de:

- 45 - detectar una posición de dicho medio sensor óptico con respecto a dicha superficie de dicho objeto a pintarse, comprendiendo dicha etapa de detección las etapas de:
 - determinar por dicho medio de procesamiento, las coordenadas espaciales de un centroide de dicha imagen proyectada detectada;
 - 50 - crear una figura geométrica de referencia dispuesta para aproximar dicha imagen proyectada detectada;
 - identificar, por dicho medio de procesamiento, el centro de dicha figura geométrica de referencia;
 - 55 - desplazar dicho medio sensor óptico y por lo tanto, dicho cabezal de pintura con respecto a dicho objeto hasta hacer que dicho centro de dicha figura geométrica coincida prácticamente con dicho centroide de dicha imagen proyectada detectada y con dicha posición de dicho medio sensor óptico.

En particular, las etapas anteriormente descritas pueden repetirse hasta que la posición del centroide y del centro de dicha figura geométrica estén dispuestos a una distancia inferior a un valor umbral predeterminado.

60 Preferentemente, las coordenadas espaciales z se determinan sobre la base del valor de nivel de grises del punto correspondiente, o elemento de imagen.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

65

La invención se ilustrará a continuación con la siguiente descripción de una de sus formas de realización a modo de ejemplo, pero no limitativa con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 - La Figura 1 ilustra, de forma diagramática, una vista en perspectiva lateral en alzado de una posible forma de realización, a modo de ejemplo, de un aparato, en conformidad con la presente invención para la pintura de un objeto;
- la Figura 2 ilustra una vista frontal en alzado de un dispositivo de identificación de la forma de la superficie a pintarse que se proporciona por el aparato representado en la Figura 1;
- 10 - la Figura 3 ilustra, de forma diagramática, un ejemplo de imagen proyectada calculada por el medio de procesamiento proporcionado por el aparato representado en la Figura 1 para determinar la forma de la superficie que se va a pintar,
- 15 - la Figura 4 ilustra, de forma diagramática, una vista en perspectiva lateral en alzado de una posible forma de realización, a modo de ejemplo, del aparato representado en la Figura 1,
- la Figura 5 ilustra, de forma diagramática, una etapa de procesamiento realizada por el medio de procesamiento provisto por el aparato representado en la Figura 1 para determinar la forma bidimensional de la superficie;
- 20 - la Figura 6 ilustra, de forma diagramática, una etapa de procesamiento realizada por el medio de procesamiento provisto por el aparato representado en la Figura 1 para asociar a la forma bidimensional de la superficie un modelo predeterminado entre todos los modelos presentes en una base de datos;
- 25 - la Figura 7 ilustra, de forma diagramática, una vista en perspectiva lateral en alzado de otra posible realización, a modo de ejemplo, del aparato representado en la Figura 1;
- las Figuras 8 a 10 ilustran, de forma diagramática, una primera forma de realización, a modo de ejemplo, de una interfaz y medio de accionamiento que se proporcionan en el cabezal de pintura del aparato representado en la
- 30 - la Figura 1;
- las Figuras 11A a 11D ilustran la forma de realización, a modo de ejemplo, que proporciona una mano robótica antropomórfica como alternativa al medio de accionamiento representado en la Figura 8;
- 35 - las Figuras 12 a 15 ilustran otra forma de realización, a modo de ejemplo, del medio de accionamiento representado en la Figura 8 que proporciona una pluralidad de palancas;
- las Figuras 16A y 16B ilustran, de forma diagramática, respectivamente, una vista lateral en alzado y una vista en perspectiva de sección transversal parcial de una posible cabina de pintura en la que puede instalarse una primera
- 40 - la realización, a modo de ejemplo, del aparato representado en la Figura 1;
- las Figuras 17A y 17B ilustran, de forma diagramática, respectivamente, una vista lateral en alzado y una vista en perspectiva de sección transversal parcial de una posible cabina de pintura en la que puede instalarse una segunda
- 45 - la forma de realización, a modo de ejemplo, del aparato representado en la Figura 1;
- la Figura 18 ilustra, de forma diagramática, un diagrama de bloques de las etapas principales del método, según la invención, para pintar un objeto;
- 50 - la Figura 19 ilustra, de forma diagramática, un diagrama de bloques de una puesta en práctica, a modo de ejemplo, del método representado en la Figura 18 para pintar un objeto.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ALGUNAS FORMAS DE REALIZACIÓN A MODO DE EJEMPLO

55 Según se ilustra, de forma diagramática, en la Figura 1, una posible forma de realización, a modo de ejemplo, de un aparato 100 para pintar un objeto 50, a modo de ejemplo, una parte de carrocería de un automóvil, tal como un capó, una puerta, un parachoques, pero también un casco de una embarcación, o el fuselaje de un avión, etc., comprende un cabezal de pintura 70 provisto de al menos una boquilla de pulverización 75 dispuesta para suministrar un flujo de pintura de un color predeterminado sobre una superficie 51 del objeto 50 que se va a pintar.

60 El aparato 100 comprende, además, un medio de desplazamiento 200 para desplazar el cabezal de pintura 70 en un espacio de trabajo, a modo de ejemplo, definido por las paredes 505 de una cabina de pintura 500 (Figuras 16A – 17B). El medio de desplazamiento 200 tiene dos o más, grados de libertad. A modo de ejemplo, en una forma de realización ejemplo de la Figura 1, el medio de desplazamiento 200 proporciona una base 201 montada de forma deslizante sobre un carril 215 a lo largo de una dirección de traslación 211, un primer cuerpo rígido 202 conectado de forma pivotante a la

65 base 201 con el fin de girar alrededor de un primer eje de rotación 212, un segundo cuerpo rígido 203 conectado de

forma pivotante al primer cuerpo rígido 202 alrededor de un segundo eje de rotación 213 y un tercer cuerpo rígido 204 conectado de forma pivotante al segundo cuerpo rígido 203, con el fin de girar alrededor de un tercer eje de rotación 214.

En conformidad con lo dado a conocer por la presente invención, además, el aparato 100 está provisto de un dispositivo de detección 60 para identificar la forma tridimensional de la superficie anteriormente descrita 51 del objeto 50 que se va a pintar. Más en detalle, el dispositivo de identificación 60 está montado como parte integrante del cabezal de pintura 70 y, según se ilustra de forma diagramática, a modo de ejemplo, en la Figura 2, comprende un medio de proyección 61 dispuesto para proyectar una rejilla 30, o una matriz, de puntos de infrarrojos sobre la superficie 51 a pintarse obteniendo así una imagen proyectada que comprende también una pluralidad de puntos. El dispositivo 60 comprende también medios de sensor óptico 62 configurados para detectar la imagen proyectada de puntos que obtienen una imagen proyectada detectada 130 que comprende una pluralidad de puntos 175 que tienen coordenadas espaciales (x, y, z) determinadas (Figura 3). El aparato 100 comprende, además, un medio de procesamiento 300 dispuesto para recibir la imagen proyectada detectada 130 desde el medio sensor 62 y para determinar las coordenadas espaciales (x, y, z) de cada punto, o elemento de imagen, 175 de la imagen proyectada 130 con el fin de determinar la forma tridimensional 171 de la superficie 51. El medio de procesamiento 300 está configurado, en particular, para medir el valor de nivel de grises de cada punto 175 en la imagen proyectada (Figura 4). Más en detalles, las coordenadas x, y de cada punto corresponden a las coordenadas, esto es, a la posición del punto, o elemento de imagen, en la imagen 130, mientras que las coordenadas z pueden medirse por el medio de procesamiento 300 sobre la base del valor de nivel de grises determinado para cada punto, o elemento de imagen. El valor de nivel de grises corresponde, por lo tanto, a la distancia del punto, o elemento de imagen 175 examinado por el medio sensor 62. Más en detalle, según se ilustra de forma diagramática en la Figura 3, cada punto 175, o elemento de imagen, de la imagen 130 tiene un valor de nivel de grises predeterminado que depende de la distancia del punto 175, o elemento de imagen, desde el medio sensor 62. Por ejemplo, en el caso de la Figura 3, los puntos 175a, debidos a la curvatura del objeto 50 dan lugar a estar dispuestos por el medio sensor 62 a una distancia d que es superior a la distancia d' de los puntos 175b y por lo tanto, tendría un valor de nivel de grises que es superior a este último. En la Figura 3, solamente para fines ilustrativos, el valor de nivel de grises diferente se ilustra, de forma diagramática, con un punto teniendo un tamaño diferente.

El medio de procesamiento 300 puede integrarse en el dispositivo de identificación 60 o puede proporcionar un procesador que sea exterior al dispositivo 60 y esté configurado para recibir los datos por el medio sensor 62 y para procesarlos en la forma anteriormente descrita.

El medio de desplazamiento 200 está adaptado para desplazar el cabezal de pintura 70 en el espacio de trabajo sobre la base de la coordenadas espaciales (x, y, z) de los puntos 175, determinados en la forma anteriormente descrita, de tal modo que, durante la pintura, la boquilla de pulverización 75 esté dispuesta a una distancia d prácticamente fija desde la superficie 51 a pintarse permitiendo, por lo tanto, seguir la curvatura de la superficie 51 del objeto 50. Esta forma de realización, a modo de ejemplo, permite, en particular, detectar la forma de la superficie 51 en una pasada única, y luego, proporcionar la etapa de pintura por la boquilla de pulverización 75 sobre la base de los datos seleccionados antes de iniciar la etapa de pintura, esto es, de las coordenadas espaciales (x, y, z) de los puntos 175. De este modo, con respecto al aparato similar de la técnica anterior, es posible determinar las coordenadas espaciales (x, y, z) de los puntos de interés con una etapa de detección única y luego, acelerar la operación de pintura completa. De este modo, además, es posible reducir, hasta eliminar, la posibilidad de cometer errores durante la detección de los datos.

En la forma de realización preferida, a modo de ejemplo, de la Figura 4, el método de desplazamiento 200 comprende un robot antropomórfico 200 que tiene al menos seis grados de libertad, por ejemplo, seis grados de libertad de rotación definidos por los ejes de rotación respectivos 221-226. En particular, el medio de desplazamiento 200 comprende una pluralidad de cuerpos rígidos 230-237 conectados de forma pivotante (Figuras 4, 11C y 11D). Dicha estructura hace posible obtener una gran libertad de movimientos y proporcionar una pintura final similar a la realizada a mano por un operador.

Según se ilustra, de forma diagramática, en la Figura 5, el medio de procesamiento 300 está adaptado para procesar los datos relativos a la forma tridimensional 171 de tal manera que se obtenga una forma geométrica bidimensional correspondiente 172. En particular, el medio de procesamiento 300 está dispuesto para procesar la forma tridimensional 171 con el fin de obtener un contorno 175 de la forma geométrica bidimensional anteriormente descrita 172. En conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, ilustrada en la Figura 6, el medio de procesamiento 300 puede estar dispuesto, además, para asociar la forma geométrica bidimensional anteriormente descrita 172, en particular el contorno 175 de la misma, a un modelo de una pluralidad de modelos contenidos en una base de datos 120. A modo de ejemplo, si el objeto 50 a pintarse es una parte de carrocería de un automóvil, u otro vehículo tal como una puerta, un capó, un guardabarros, etc., el medio de procesamiento 300 sobre la base del contorno 175 de la forma geométrica bidimensional obtenida 172, inicia una búsqueda del modelo 125 que es geoméricamente más similar, entre todos los modelos 121 que están presentes en la base de datos 120. Dicho tipo de etapa se realiza por el medio de procesamiento 300 que efectúa una comparación del contorno 175 de la forma geométrica bidimensional obtenida 172, con el contorno de cada modelo 121 presente en la base de datos 120 y asociando a cada comparación un índice de similitud i_s^* . El medio de procesamiento 300 proporciona, de este modo, como resultado, el modelo 125 asociado a un índice de similitud i_s^* superior a un valor umbral predeterminado i_s^* . Como alternativa, el modelo identificado 125 puede corresponder al modelo que tiene el índice i_s que es el más alto entre todos los modelos 121 comparados con la forma geométrica bidimensional detectada 172.

Si la forma geométrica bidimensional 172 no está asociada con ninguno de los modelos 121 presentes en la base de datos 120 en particular, si ninguno de los índices de similitud i_s es más alto que dicho valor umbral predeterminado i_s^* , el medio de procesamiento 300 está configurado para memorizar la forma geométrica bidimensional correspondiente 172, introduciéndola en la base de datos 120, realizando, por lo tanto, un procedimiento de autoaprendizaje.

En la forma de realización ejemplo ilustrada en la Figura 7, el medio de desplazamiento 200 está montado sobre una plataforma móvil 350, a modo de ejemplo, teniendo un número predeterminado de ruedas 355, en particular, tres o cuatro ruedas. De este modo, es posible desplazar el medio de desplazamiento 200 en un área de trabajo predeterminada, a modo de ejemplo, en el interior de una cabina de pintura 500, con una libertad absoluta de movimiento. En la forma de realización ejemplo de las Figuras 16A y 16B, la plataforma 350 está montada de forma deslizante sobre una guía, a modo de ejemplo, un carril, o un monocarril 370 que define una ruta de trabajo a lo largo de la cual los objetos 50a-50c a pintarse estén dispuestos. En la forma de realización ejemplo ilustrada de forma diagramática en las Figuras 17A y 17B, la plataforma 350 está montada sobre un número predeterminado de ruedas, a modo de ejemplo tres ruedas y por lo tanto, está provista, en la forma anteriormente descrita de una mayor libertad de movimiento con respecto al caso representado en las Figuras 16A y 16B.

En particular en el caso ilustrado en las Figuras 17A y 17B, la plataforma móvil 350 puede estar provista de al menos un sensor para detectar posibles obstáculos presentes en el área de trabajo. A modo de ejemplo, según se ilustra, de forma diagramática, en una forma de realización a modo de ejemplo representada en la Figura 7, los sensores para detectar los obstáculos pueden comprender uno o más sensores de distancia 361 y al menos un sensor de proximidad 362. Sobre la base de las señales detectadas por uno, o cada sensor de proximidad 361 y/o por uno o cada, sensor de distancia 362, la plataforma móvil 350 está adaptada para desplazarse en el área de trabajo, con el fin de evitar los obstáculos detectados.

En la forma de realización ejemplo, ilustrada de forma diagramática en las Figuras 8 a 15, un medio de interacción 80 está provisto, dispuesto por ejemplo en el cabezal de pintura 70 y está configurado para acoplar, a modo de ejemplo, en una forma extraíble, el cabezal de pintura 70 con una herramienta predeterminada 90, tal como un recipiente de pulverización u otro contenedor de pintura, pero también un dispositivo para secar la pintura, tal como un dispositivo de suministro de aire caliente, u otras herramientas para proporcionar el acabado de la superficie pintada, o la superficie a pintarse. El medio de interacción 80 puede comprender un plano de apoyo 81 sobre el que está dispuesta la herramienta 90 y los posibles elementos de fijación, a modo de ejemplo, una correa 82 para sujetar la herramienta 90.

El medio de interacción 80 está provisto, en una forma de realización preferida, de un medio de accionamiento 140 dispuesto para accionar una herramienta predeterminada 90. En el ejemplo ilustrado en las Figuras 9 y 10, la herramienta 90 es un recipiente de pulverización de pintura provisto de una válvula de entrega 91. En este caso, el medio de accionamiento 140 proporciona un elemento accionador 141 desplazable entre una posición espaciada desde la válvula 91 en la que no se proporciona ninguna entrega de pintura (Figura 9) a una posición operativa, en donde el elemento accionador 141 presiona la válvula 91 para abrirla y producir el suministro de una pulverización de pintura 190 (Figura 10).

En la forma de realización ejemplo representada en las Figuras 11A a 11D, el medio accionador 140 proporciona una mano antropomórfica de tipo robótico capaz de adaptarse mecánicamente a la forma de la herramienta manipulada 90 y que comprende un cuerpo principal 145 y una pluralidad de cuerpos alargados secundarios 146, o falanges, a modo de ejemplo, tres cuerpos alargados secundarios 146a-146c conectados de forma pivotante al cuerpo principal 145. Cada cuerpo alargado secundario 146 consiste en un número predeterminado de cuerpos rígidos 147, o "eslabón", por ejemplo tres cuerpos rígidos 147a-147c dispuestos en serie y conectados de forma pivotante en charnelas 148.

En otra forma de realización ejemplo representada en las Figuras 11 a 15, el medio de accionamiento 140 proporciona una pluralidad de palancas 41 dispuestas para transformar el desplazamiento rotacional de un motor 42 en un movimiento de traslación, con el fin de tirar/liberar un "disparador" 95 de la pistola de suministro 90 y luego, hacer, respectivamente, que se produzca la apertura o el cierre de una válvula 91.

Según se ilustra, de forma diagramática, en las Figuras 16A y 16B, el aparato 100 puede disponerse en una cabina de pintura 500 en la que el cabezal de pintura 70 y los objetos a pintarse, a modo de ejemplo, tres objetos 50a, 50b y 50c, están dispuestos en posiciones respectivas antes de iniciar una operación de pintura.

En la Figura 18, las fases principales de un método para pintar un objeto, en conformidad con la presente invención, se ilustran de forma diagramática. El método proporciona una etapa de iniciación de disposición de un cabezal de pintura provisto de al menos una boquilla de pulverización dispuesta para proporcionar un flujo de pintura sobre una superficie de un objeto a pintarse, bloque funcional 401. Una etapa sigue con la proyección de una rejilla, o matriz, de puntos de infrarrojos sobre la superficie del objeto a pintarse, bloque funcional 402. Obteniendo una imagen proyectada que comprende una pluralidad de puntos que tienen coordenadas espaciales determinadas. De este modo, sigue una etapa de detección de una imagen proyectada, que se realiza por un medio sensor óptico integrado en el cabezal de pintura para obtener una imagen proyectada detectada, bloque funcional 403. Existe luego una etapa de procesamiento en la imagen proyectada para determinar las coordenadas espaciales (x, y, z) de cada punto de la imagen proyectada

detectada con el fin de determinar la forma tridimensional del objeto, bloque funcional 404. Sobre la base de los datos obtenidos por la etapa de procesamiento y, en particular, de las coordenadas espaciales (x, y, z), el cabezal de pintura se desplaza luego en el espacio de trabajo de tal manera que, durante la pintura, la boquilla de pulverización esté dispuesta a una distancia d prácticamente fija desde la superficie del objeto, bloque funcional 405.

5 En una forma de realización a modo de ejemplo representada, de forma diagramática, en la Figura 19, antes de iniciar la etapa de desplazamiento, bloque 405, para pintar el objeto, se proporciona una etapa de conversión para convertir la forma tridimensional detectada de la superficie en una forma geométrica tridimensional del mismo objeto, bloque 406. La forma geométrica bidimensional obtenida se calcula luego para determinar el contorno, o perímetro, bloque 407. A
10 continuación, se proporciona una etapa de comparación para comparar la forma geométrica tridimensional obtenida mediante una pluralidad de modelos contenidos en una base de datos y, en consecuencia, una etapa para asociar la forma geométrica bidimensional a un modelo de la pluralidad de modelos en las condiciones anteriormente descritas con referencia a las Figuras 5 y 6, bloque 408.

15 A continuación, una etapa de presentación visual sigue en la que el modelo identificado se visualiza con los datos relacionados con respecto al tamaño y/o la diversidad de colores asociados con el mismo modelo, bloque 405. Sobre la base de los posibles colores visualizados, el operador, o automáticamente el sistema, selecciona uno de los colores asociados con dicho modelo, bloque 410. A continuación, puede seguir una etapa de disposición de una pistola que contiene el color seleccionado en el cabezal de pintura. Como alternativa, existe una etapa de alimentación en un
20 depósito fijo que tiene una boquilla de pulverización, a modo de ejemplo, mediante una pluralidad de conductos, de pintura del color seleccionado. Sigue la etapa anteriormente descrita de desplazamiento del cabezal de pintura para pintar el objeto con el color seleccionado.

25 La descripción anterior de formas de realización específicas, a modo de ejemplo, dará a conocer completamente la invención en conformidad con el punto de vista conceptual, de modo que otros, aplicando el conocimiento actual, serán capaces de modificar y/o adaptar, en diversas aplicaciones, las formas de realización específicas, a modo de ejemplo, sin necesidad de investigación y sin desviarse del alcance de la invención y en consecuencia, ello quiere decir que dichas adaptaciones y modificaciones tendrán que considerarse como equivalentes a las formas de realización específicas. Los
30 medios y los materiales para realizar las diferentes funciones aquí descritas podrían tener una naturaleza diferente sin, por este motivo, desviarse del campo de aplicación de la invención. Ha de entenderse que la fraseología o terminología que aquí se utiliza es para la finalidad de descripción y no de limitación.

35

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para pintar un objeto (50), en particular, una parte de carrocería de automóvil, comprendiendo dicho aparato:

- un cabezal de pintura (70) provisto de al menos una boquilla de pulverización (75) dispuesta para proporcionar un flujo de pintura de un color predeterminado sobre una superficie (51) de dicho objeto (50);
- un medio de desplazamiento (200) para desplazar dicho cabezal de pintura (70) en un espacio de trabajo, teniendo dicho medio de desplazamiento (200) al menos dos grados de libertad;

caracterizado por cuanto que comprende, además:

- un dispositivo de identificación (60) para identificar la forma tridimensional de dicha superficie (51) de dicho objeto, siendo dicho dispositivo de identificación (60) parte integrante de dicho cabezal de pintura (70) y que comprende:
- un medio de proyección de infrarrojos (61), dispuesto para proyectar una rejilla, o matriz, de puntos sobre dicha superficie (51) de dicho objeto (50), obteniendo así una imagen proyectada que comprende una pluralidad de puntos;
- un medio sensor óptico (62) dispuesto para detectar dicha imagen proyectada sobre dicho objeto (50) obteniendo así una imagen proyectada detectada (130), comprendiendo dicha imagen proyectada detectada (130) una pluralidad de puntos, o elementos de imagen (175) que tienen coordenadas espaciales (x, y, z) determinadas;
- un medio de procesamiento (300) configurado para recibir dicha imagen proyectada detectada (130) desde dicho medio sensor óptico (62) y para determinar dichas coordenadas espaciales (x, y, z) de cada uno de dichos puntos (175) de dicha imagen proyectada (130) de tal manera que determine la forma tridimensional de dicha superficie (51);

caracterizado por cuanto que dicho medio de desplazamiento (200) está dispuesto para desplazar dicho cabezal de pintura (70) en dicho espacio de trabajo sobre la base de dichas coordenadas espaciales determinadas de dichos puntos de tal que, durante dicha etapa de pintura de dicho objeto (50), dicha boquilla de pulverización (75) esté dispuesta en una distancia prácticamente fija desde dicha superficie (51) a pintarse y sea capaz de seguir su curvatura;

y por cuanto que dicho medio de procesamiento (300) está dispuesto para procesar dicha forma tridimensional para obtener una forma geométrica bidimensional correspondiente, estando dicho medio de procesamiento (300) configurado para procesar dichos valores de niveles de grises de dichos puntos, o elementos de imagen (175) de dicha forma tridimensional y por lo tanto, la distancia de dichos puntos, o elemento de imágenes (175), desde dicho medio sensor (62) para obtener dicha forma geométrica bidimensional correspondiente.

2. El aparato para pintar un objeto, según la reivindicación 1, en donde dichas coordenadas espaciales x, y de cada uno de dichos puntos (175) de dicha imagen proyectada se determina sobre la base de la posición de cada punto, o elemento de imagen, en dicha imagen proyectada detectada (130).

3. El aparato para pintar un objeto, según la reivindicación 1, en donde dichas coordenadas espaciales z de cada uno de dichos puntos (175) de dicha imagen proyectada se mide sobre la base del valor de nivel de grises del punto correspondiente, o elemento de imagen, en dicha imagen proyectada detectada (130).

4. El aparato para pintar un objeto, según la reivindicación 1, en donde dicho medio de desplazamiento (200) comprende un robot antropomórfico que tiene al menos seis grados de libertad.

5. El aparato para pintar un objeto, según la reivindicación 1, en donde dicha forma geométrica bidimensional obtenida es un contorno o un perímetro.

6. El aparato para pintar un objeto, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho medio de desplazamiento está montado sobre una guía a lo largo de la cual se mueve dicho medio de desplazamiento, de tal manera que esté dispuesto en la proximidad de dicho objeto a pintarse, en particular, estando dicho medio de desplazamiento (200) montado sobre una plataforma móvil (350) en un área de trabajo predeterminada, estando dicha plataforma móvil (350) provista de al menos un sensor seleccionado desde el grupo constituido por:

- un sensor de proximidad (362);
- un sensor de distancia (361);

de tal manera que dicha plataforma móvil (350) está dispuesta para desplazarse en dicha área de trabajo para evitar obstáculos detectados por dicho, o cada, sensor (362, 361) entre dicha plataforma móvil (350) y dicho objeto (50).

5 **7.** El aparato para pintar un objeto, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde está provisto un medio de interacción (80) dispuesto para acoplar dicho cabezal de pintura (70) a una herramienta predeterminada (90), estando dicho medio de interacción (80), además, provisto de un medio de accionamiento (140) dispuesto para utilizar, o desactivar, dicha herramienta predeterminada (90).

10 **8.** El aparato para pintar un objeto, según la reivindicación 8, en donde dicho medio de accionamiento (140) comprende un cuerpo principal (145) y una pluralidad de cuerpos alargados secundarios o falanges (146) que se conectan de forma pivotante a dicho cuerpo principal (145), comprendiendo cada uno de dichos cuerpos alargados secundarios, o falanges, un número predeterminado de cuerpos rígidos, o "eslabón" (147) dispuesto en serie y conectados de forma pivotante, siendo cada uno de dichos cuerpos rígidos capaz de adaptarse mecánicamente por sí mismo a la forma de la herramienta manipulada (90).

15 **9.** El aparato para pintar un objeto, en conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde se proporcionan, además, las características siguientes:

- un medio de proyección auxiliar, estando dicho medio de proyección auxiliar dispuesto para proyectar un láser de luz estructurada sobre dicho objeto;
- 20 - un medio de detección dispuesto para detectar dicha luz estructurada reflejada por dicho objeto y para convertir la misma en una señal de distancia adicional de dicho medio de proyección desde dicho objeto.

25 **10.** Un método para pintar un objeto, en particular una parte de carrocería de un automóvil, comprendiendo dicho método las etapas de:

- disponer un cabezal de pintura en un área de trabajo predeterminada, estando dicho cabezal de pintura provisto de al menos una boquilla de pulverización dispuesta para suministrar un flujo de pintura sobre una superficie de un objeto;
- 30 - desplazar dicho cabezal de pintura en dicha área de trabajo, realizándose dicho movimiento por medios de desplazamiento que tienen al menos dos grados de libertad,

caracterizado por cuanto que se da a conocer también las etapas adicionales de:

- 35 - identificar la forma tridimensional de dicha superficie de dicho objeto, comprendiendo dicha etapa de identificación las etapas de:
 - proyectar una rejilla, o matriz, de puntos de infrarrojos sobre dicha superficie de dicho objeto, obteniendo así una imagen proyectada que comprende una pluralidad de puntos;
 - 40 - detectar dicha imagen proyectada obteniendo una imagen proyectada detectada que comprende una pluralidad de puntos, o elementos de imagen, que tienen coordenadas espaciales (x, y, z), determinadas, siendo dicha etapa de detección realizada por un medio sensor óptico que forma parte integrante de dicho cabezal de pintura;
 - 45 - procesar dicha imagen proyectada detectada, estando dicha etapa de procesamiento configurada para determinar dichas coordenadas espaciales (x, y, z) de cada uno de dichos puntos de dicha imagen proyectada detectada con el fin de determinar la forma tridimensional de dicho objeto, siendo dichas coordenadas espaciales x, y determinadas sobre la base de la posición de cada punto, o elemento de imagen, en la imagen proyectada detectada, comprendiendo dicha etapa de procesamiento una etapa de convertir dicha forma tridimensional en una forma geométrica bidimensional de dicha superficie de dicho objeto, realizarse dicha etapa de conversión calculando los valores de los niveles de grises de dichos puntos, o elementos de imagen, de dicha imagen proyectada detectada;
 - 50 - desplazar dicho cabezal de pintura en dicha área de trabajo sobre la base de dichas coordenadas espaciales de dichos puntos de tal manera que, durante dicha etapa de pintura, dicha boquilla de pulverización esté dispuesta a una distancia prácticamente fija desde dicha superficie de dicho objeto y pueda seguir su curvatura.
 - 55

11. El método según la reivindicación 10, en donde dicha etapa de procesamiento comprende, además, la etapa de:

- 60 - comparar dicha forma geométrica bidimensional con las formas geométricas bidimensionales de una pluralidad de modelos contenidos en una base de datos predeterminada, realizándose dicha etapa de comparación sobre la base de los valores de niveles de grises de un grupo determinado de puntos de dicha imagen proyectada detectada y de un grupo correspondiente de puntos de dichos modelos;
- asociar a cada modelo de dicha pluralidad de un índice de similitud correspondiente i_s con dicho objeto;
- 65

- seleccionar entre dicha pluralidad de modelos el modelo que tiene el más alto índice de similitud, o el índice de similitud que sea superior a un valor umbral i_s^* predeterminado;
 - asociar dicho modelo seleccionado a dicha forma geométrica bidimensional de dicho objeto;
 - visualizar una diversidad de colores asociados a dicho modelo seleccionado;
 - seleccionar un color predeterminado de entre dicha diversidad de colores.
- 5
- 10 **12.** El método según la reivindicación 10 u 11, en donde dicha etapa de comparación comprende las etapas de:
- identificar el contorno, o perímetro, de dicha forma geométrica bidimensional sobre la base de dichos valores de niveles de grises de dichos puntos, o elemento de imagen, de dicha imagen proyectada detectada;
- 15 proporcionando dicha etapa de identificación las etapas de:
- calcular el más alto valor de nivel de grises I_{max} entre todos los puntos, o elementos de imagen, de dicha pluralidad de puntos de dicha imagen proyectada detectada, correspondiente al punto, o elemento de imagen que está más distante de dicho medio sensor;
 - calcular el valor de nivel de grises más bajo I_{min} entre todos los puntos, o elementos de imagen, de dicha pluralidad de puntos de dicha imagen proyectada detectada, correspondiente al punto, o elemento de imagen, más próximo a dicho medio sensor;
 - asociar un primer valor de nivel de grises a todos los puntos que tengan un valor de nivel de grises establecido entre I_{max} e I_{min} y un segundo valor de nivel de grises para todos los puntos que tengan un nivel de grises diferente;
 - comparar dicho contorno, o perímetro definido, con el contorno o perímetro de dicha pluralidad de modelos contenidos en dicha base de datos.
- 20
- 25
- 30 **13.** El método según la reivindicación 12, en donde primer valor de nivel de grises es "255" correspondiente al color blanco y dicho segundo valor de nivel de grises es "0" correspondiente al color negro.
- 35 **14.** El método según las reivindicaciones 10 a 13, en donde se proporciona una etapa de centrado para centrar dicho medio sensor con respecto a dicha superficie de dicho objeto a detectarse, comprendiendo dicha etapa de centrado las etapas de:
- detectar una posición de dicho medio sensor óptico con respecto a dicha superficie de dicho objeto, comprendiendo dicha detección las etapas de:
- 40
- determinación por dicho medio de procesamiento de las coordenadas espaciales de un centroide de dicha imagen proyectada detectada;
 - crear una figura geométrica de referencia configurada para aproximar dicha imagen proyectada detectada;
 - identificar por dicho medio de procesamiento el centro de dicha figura geométrica de referencia;
- 45
- 50 desplazar dicho medio sensor óptico y por lo tanto, dicho cabezal de pintura con respecto a dicho objeto hasta hacer que dicho centro de dicha figura geométrica coincida prácticamente con dicho centroide de dicha imagen proyectada detectada y con dicha posición de dicho medio sensor óptico.
- 55 **15.** El método según la reivindicación 10, en donde dicha coordenada espacial z se determina sobre la base del valor de nivel de grises del punto, o elemento de imagen, correspondiente.
- 60

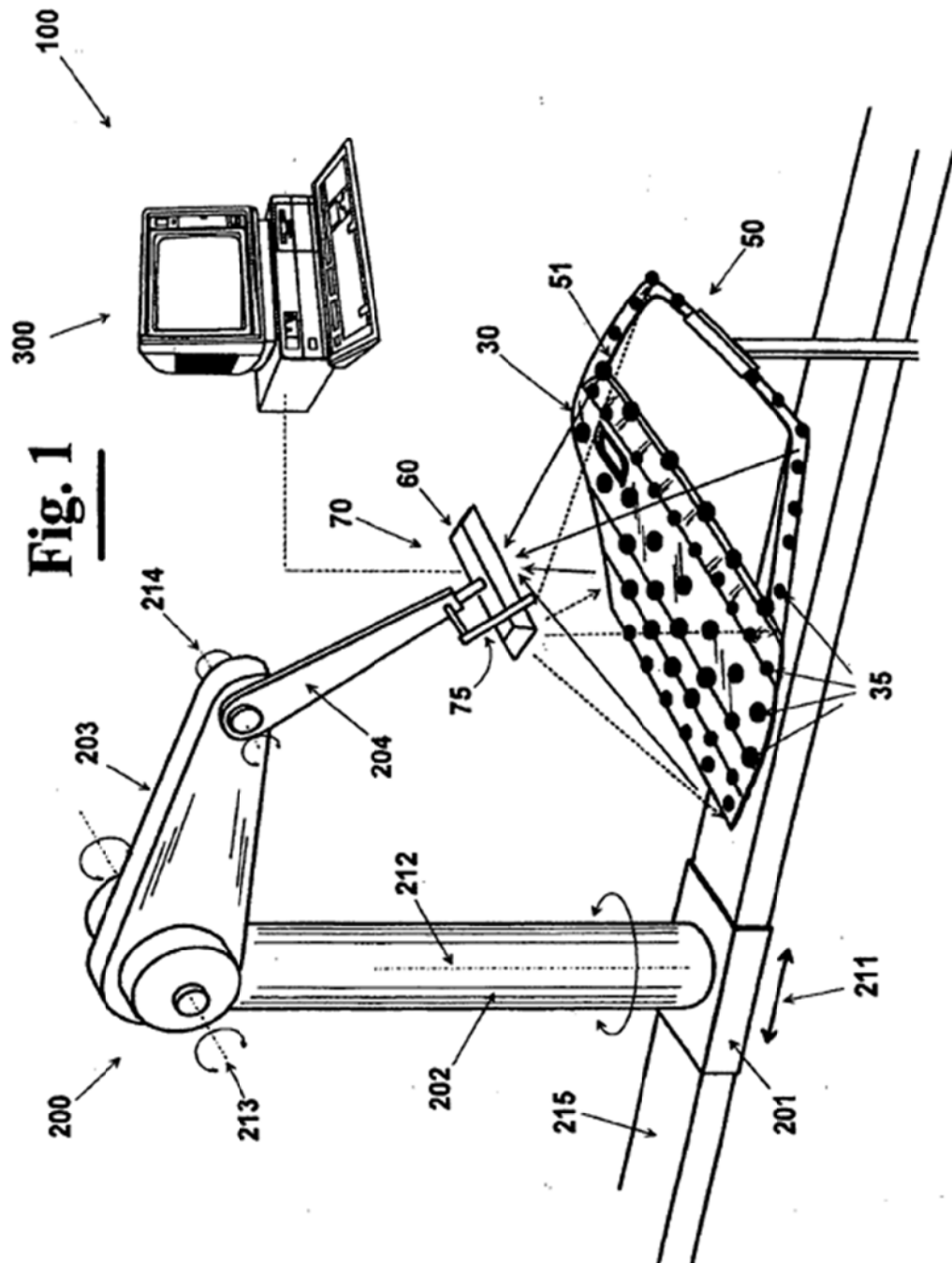


Fig. 2

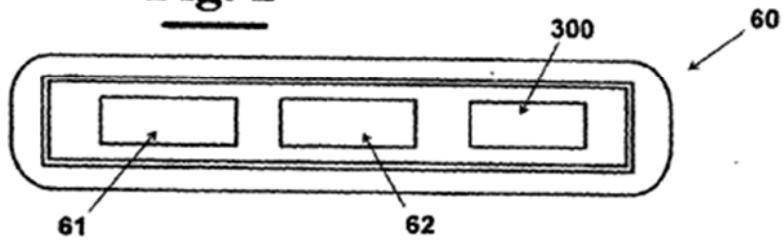
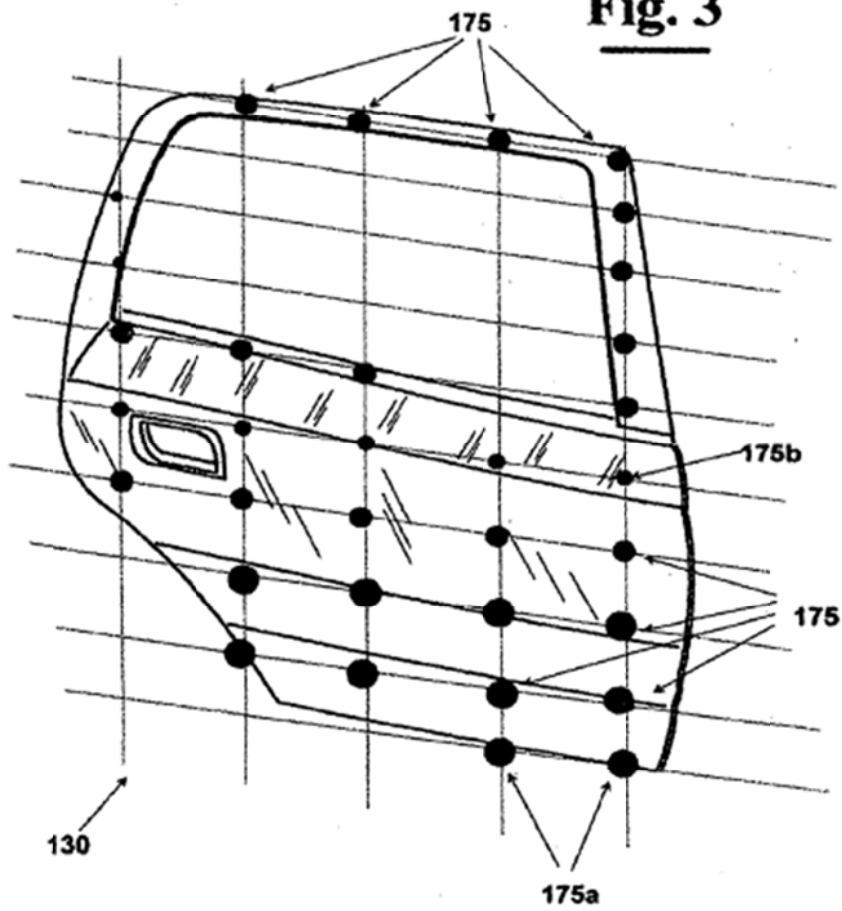


Fig. 3



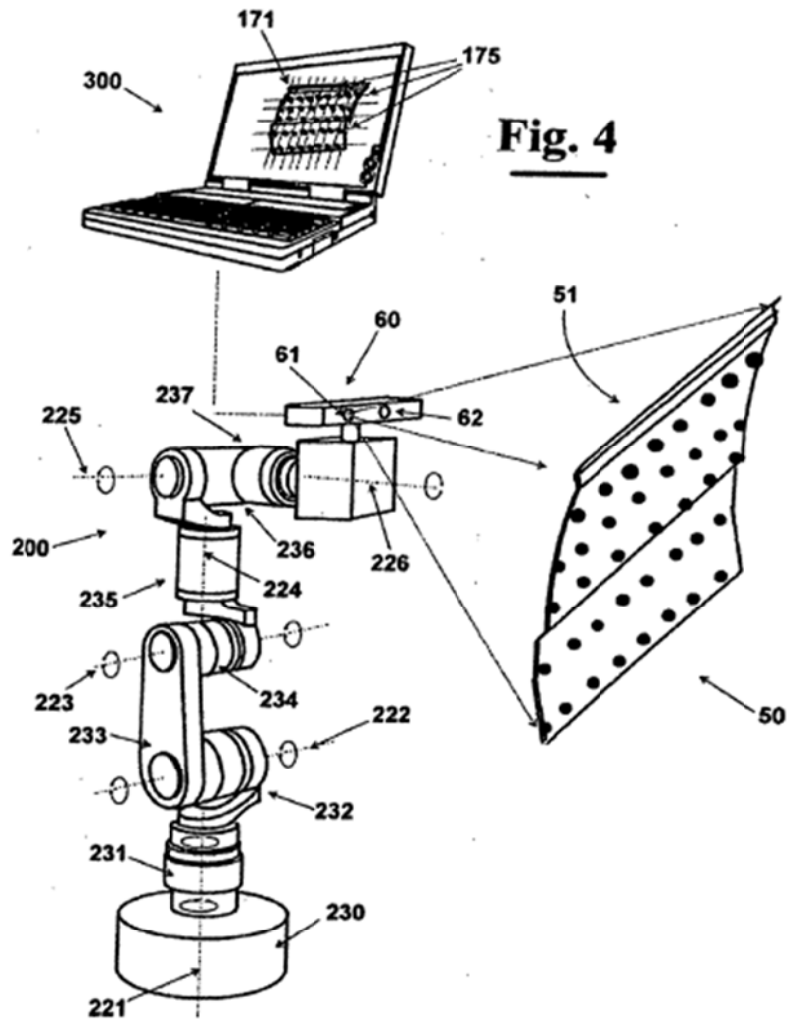


Fig. 5

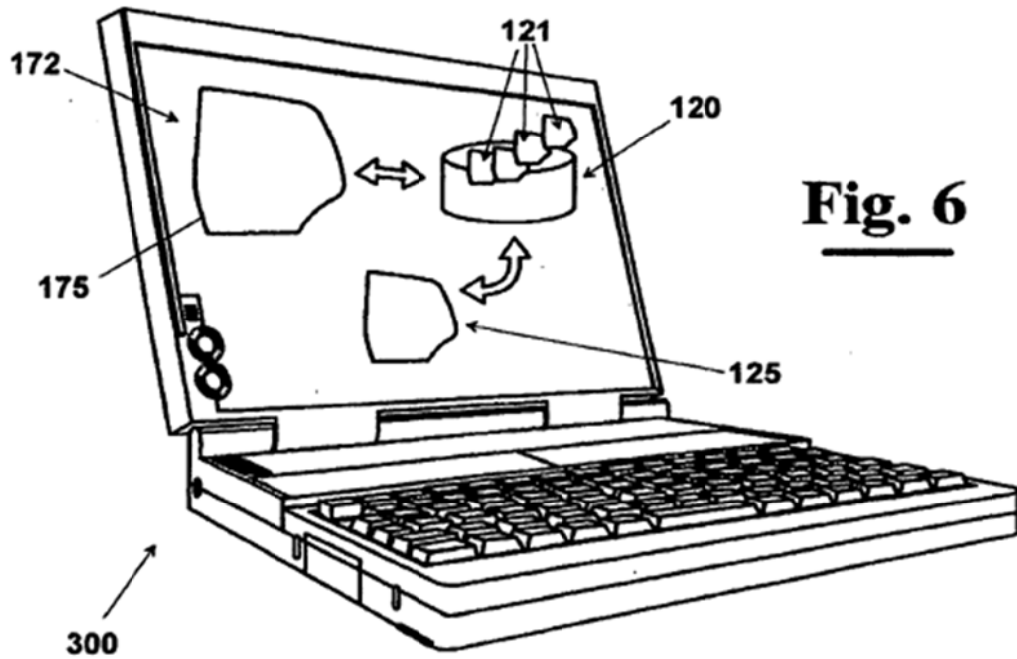
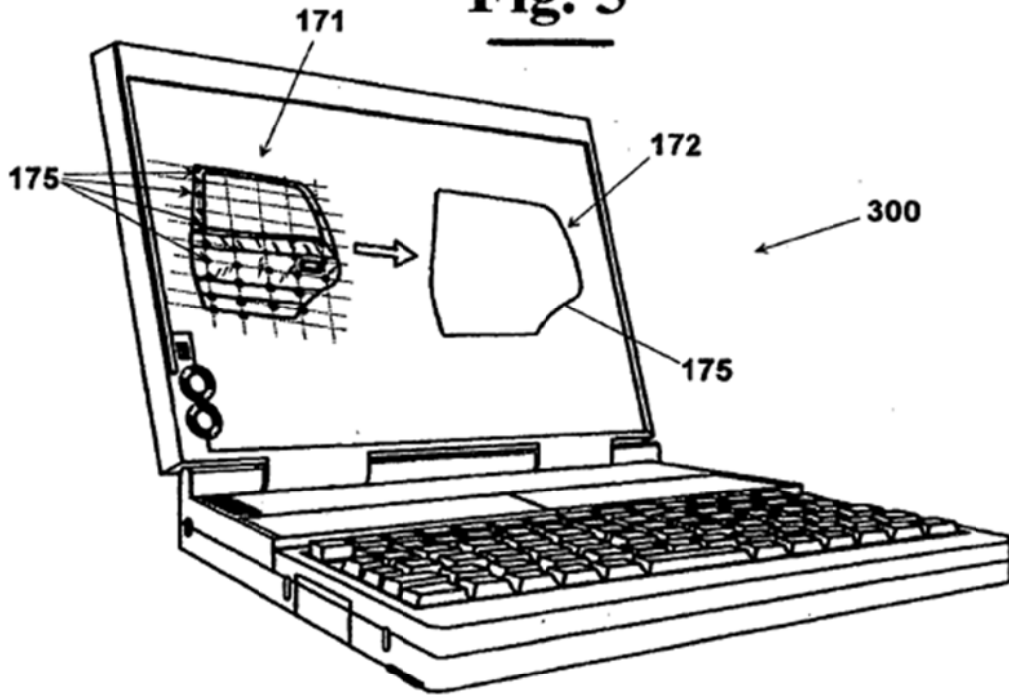


Fig. 6

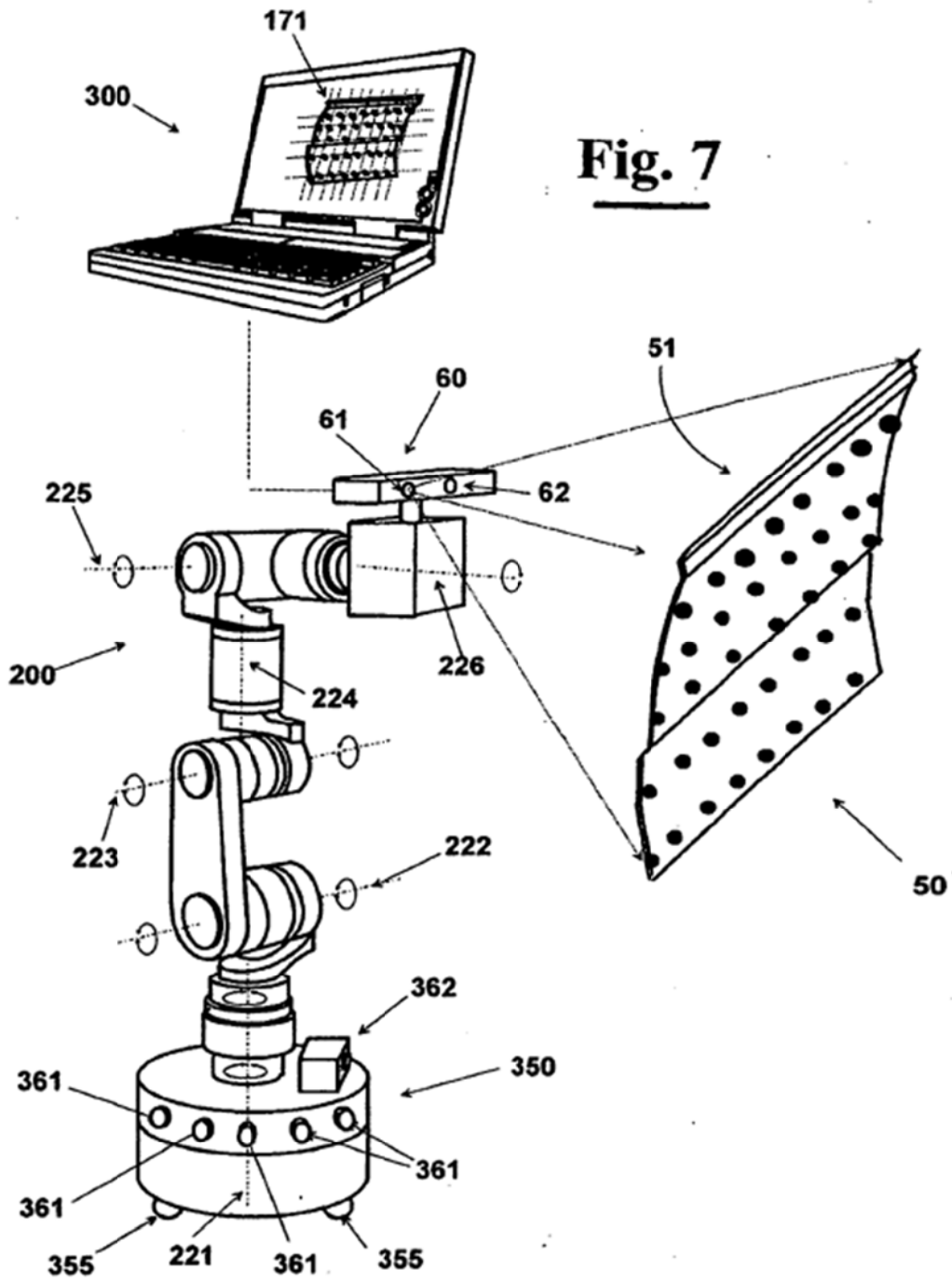
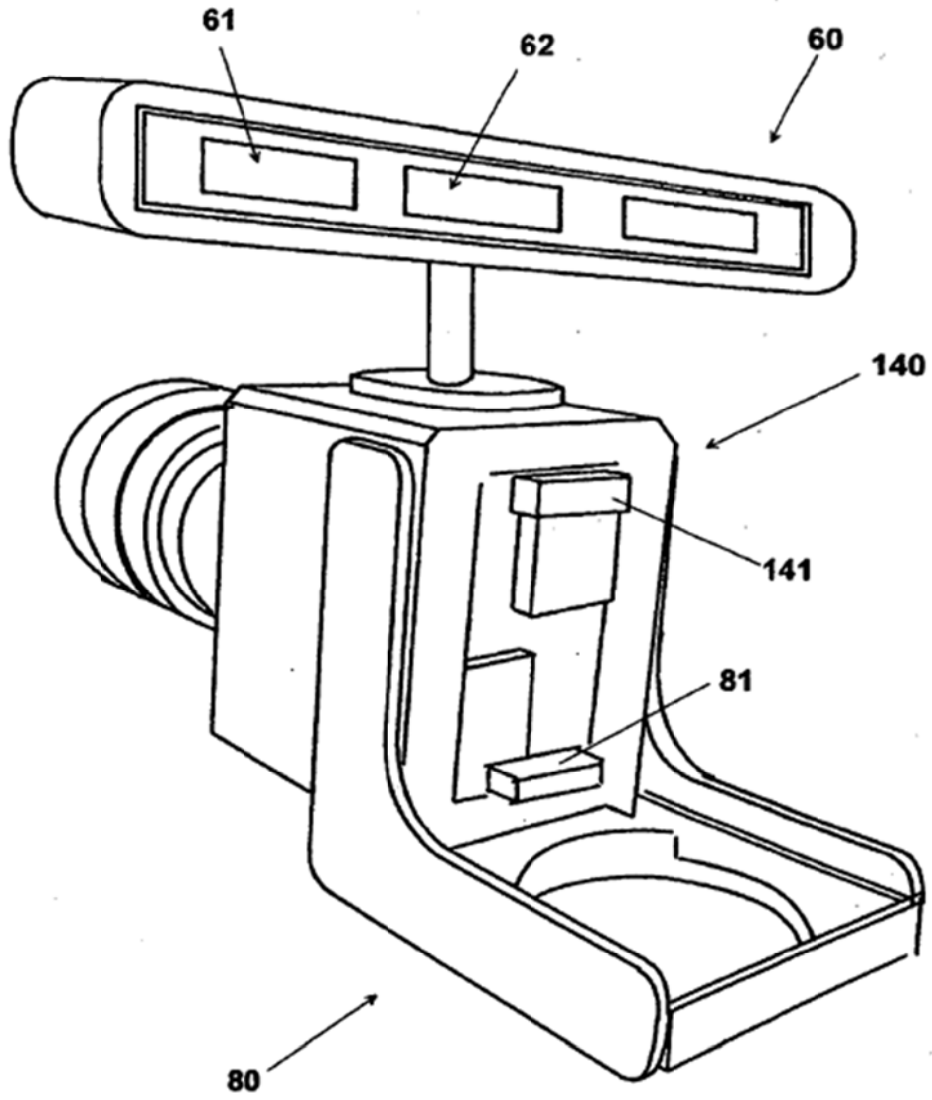


Fig. 8



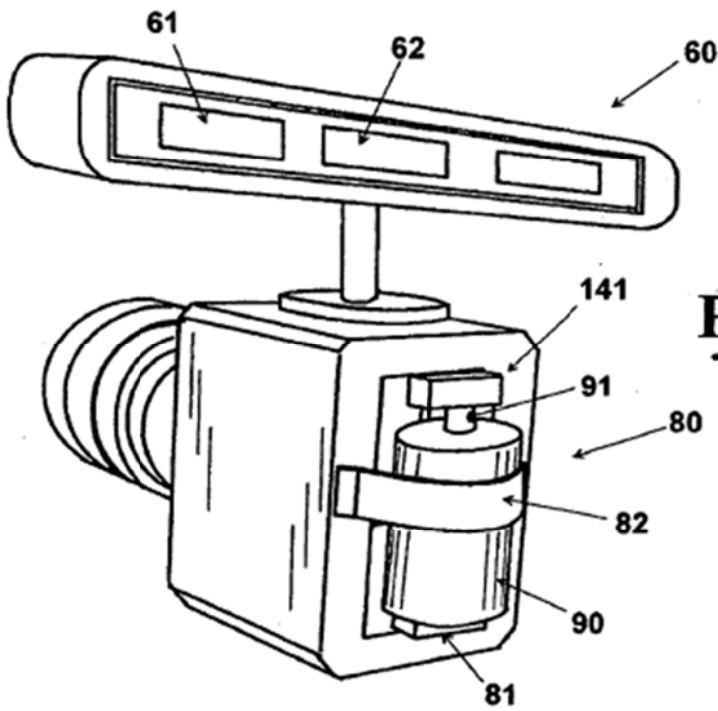


Fig. 9

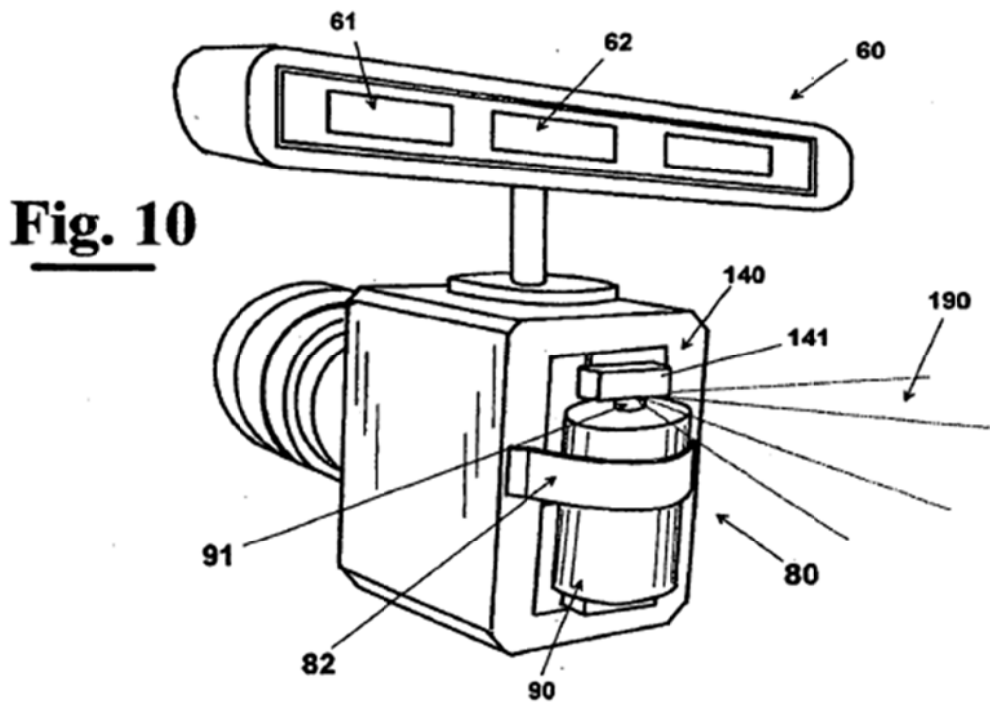


Fig. 10

Fig. 11A

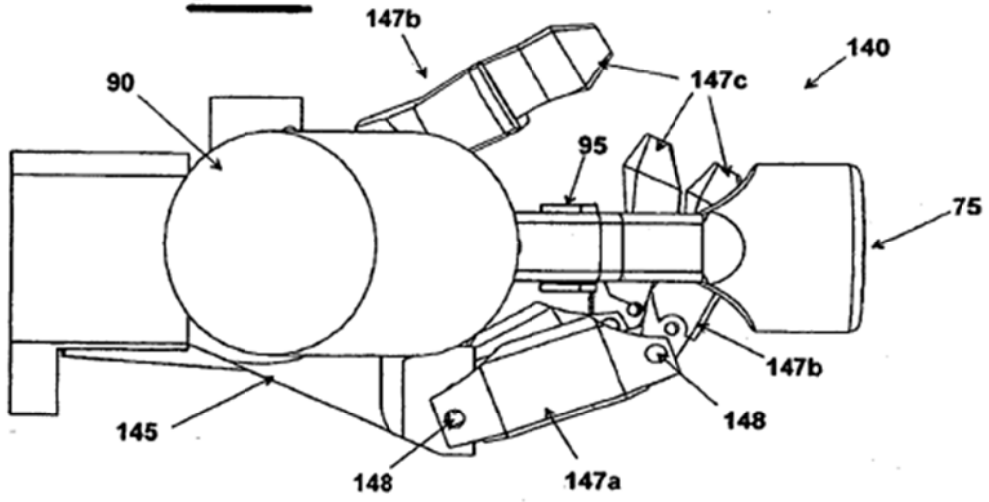


Fig. 11B

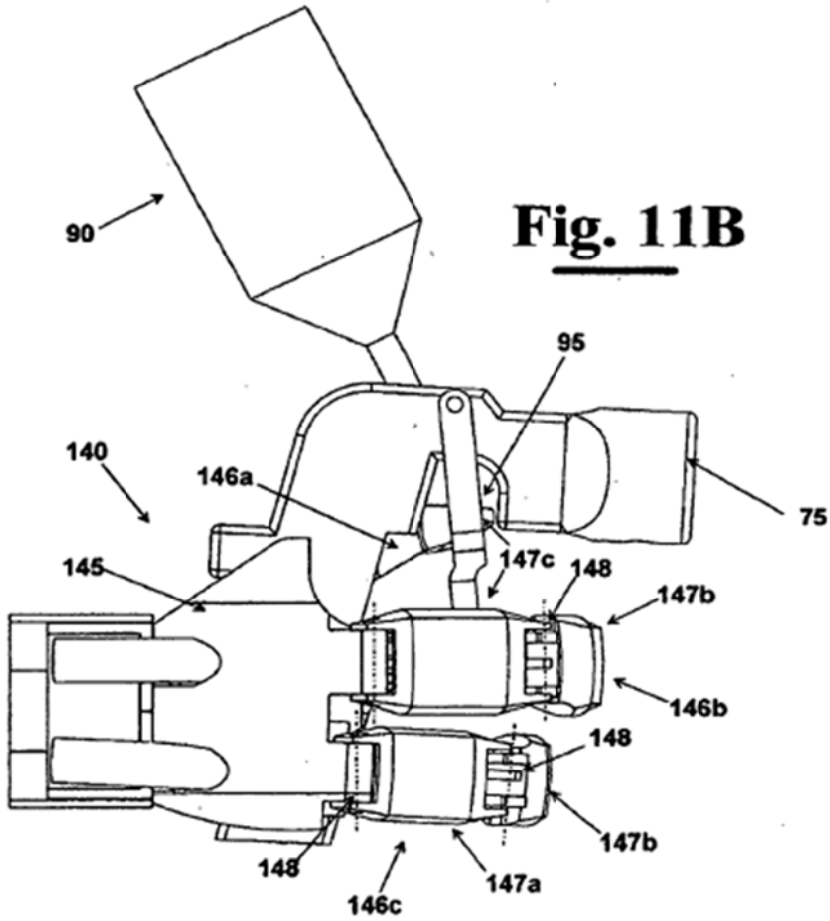


Fig. 11C

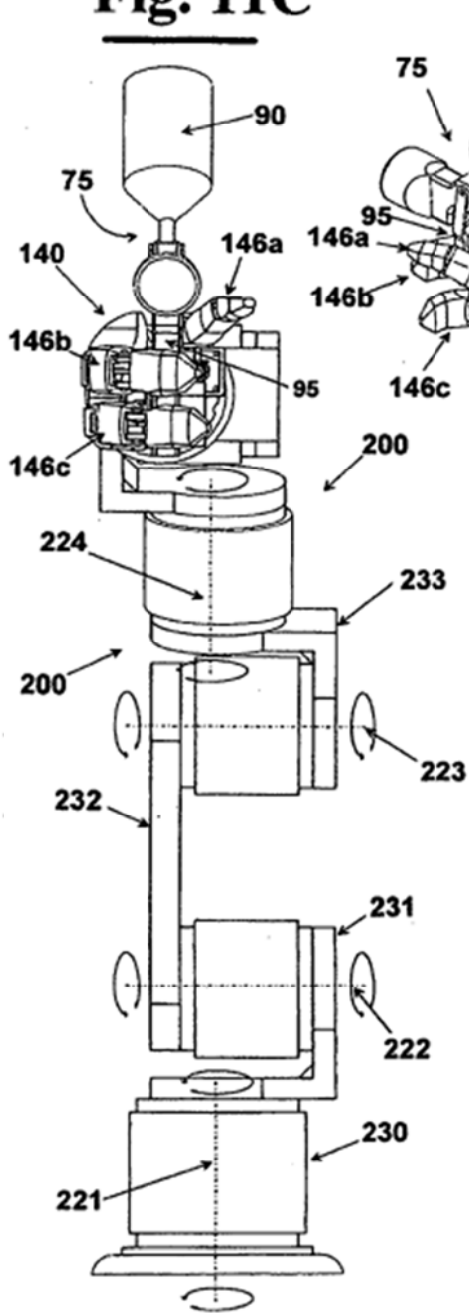
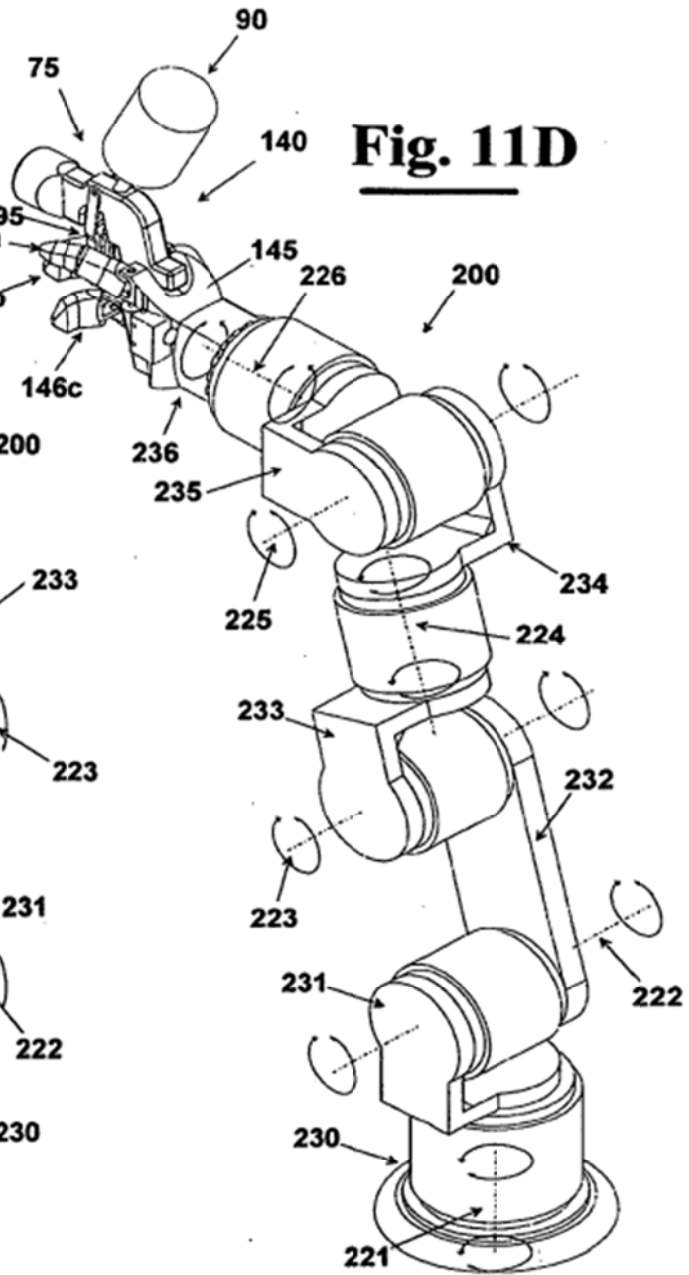


Fig. 11D



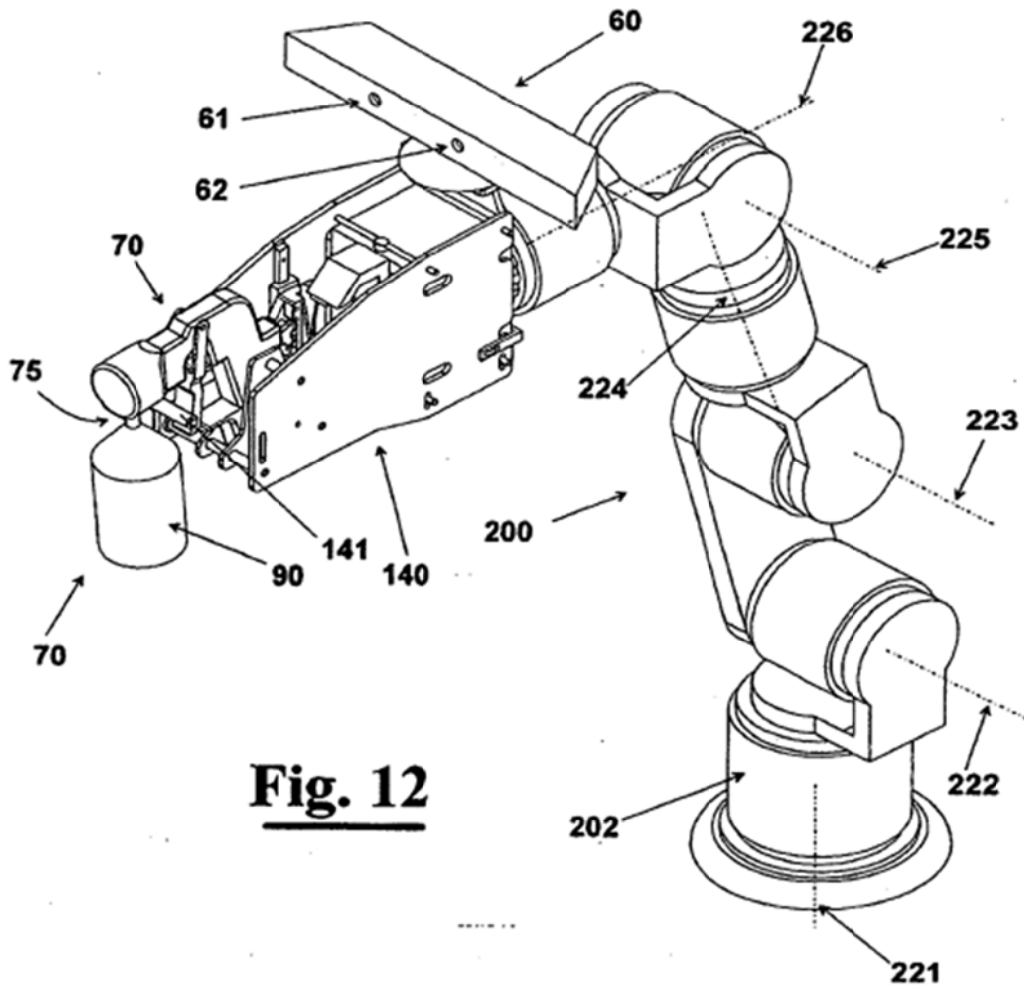


Fig. 12

Fig. 13

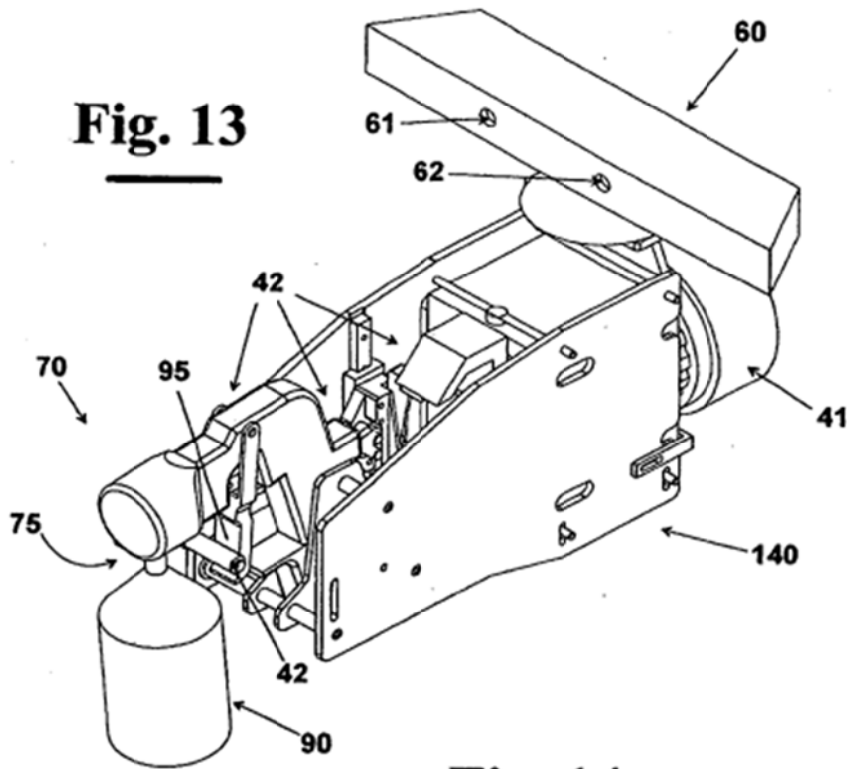
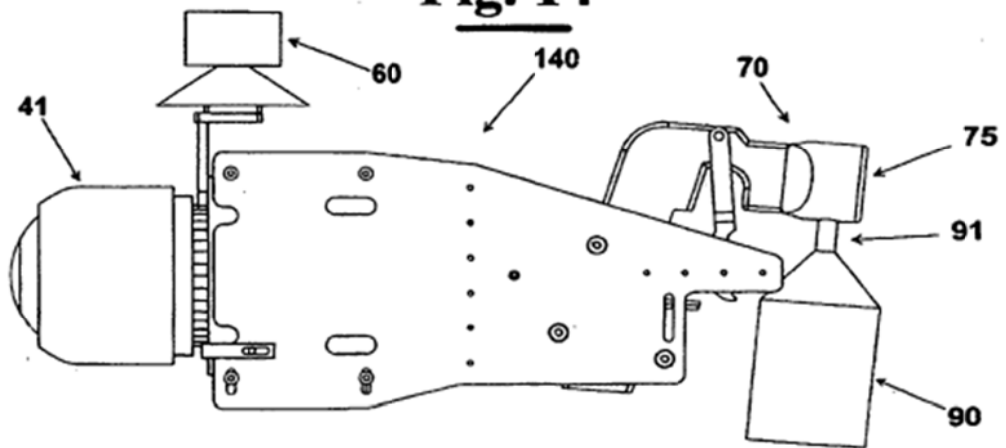


Fig. 14



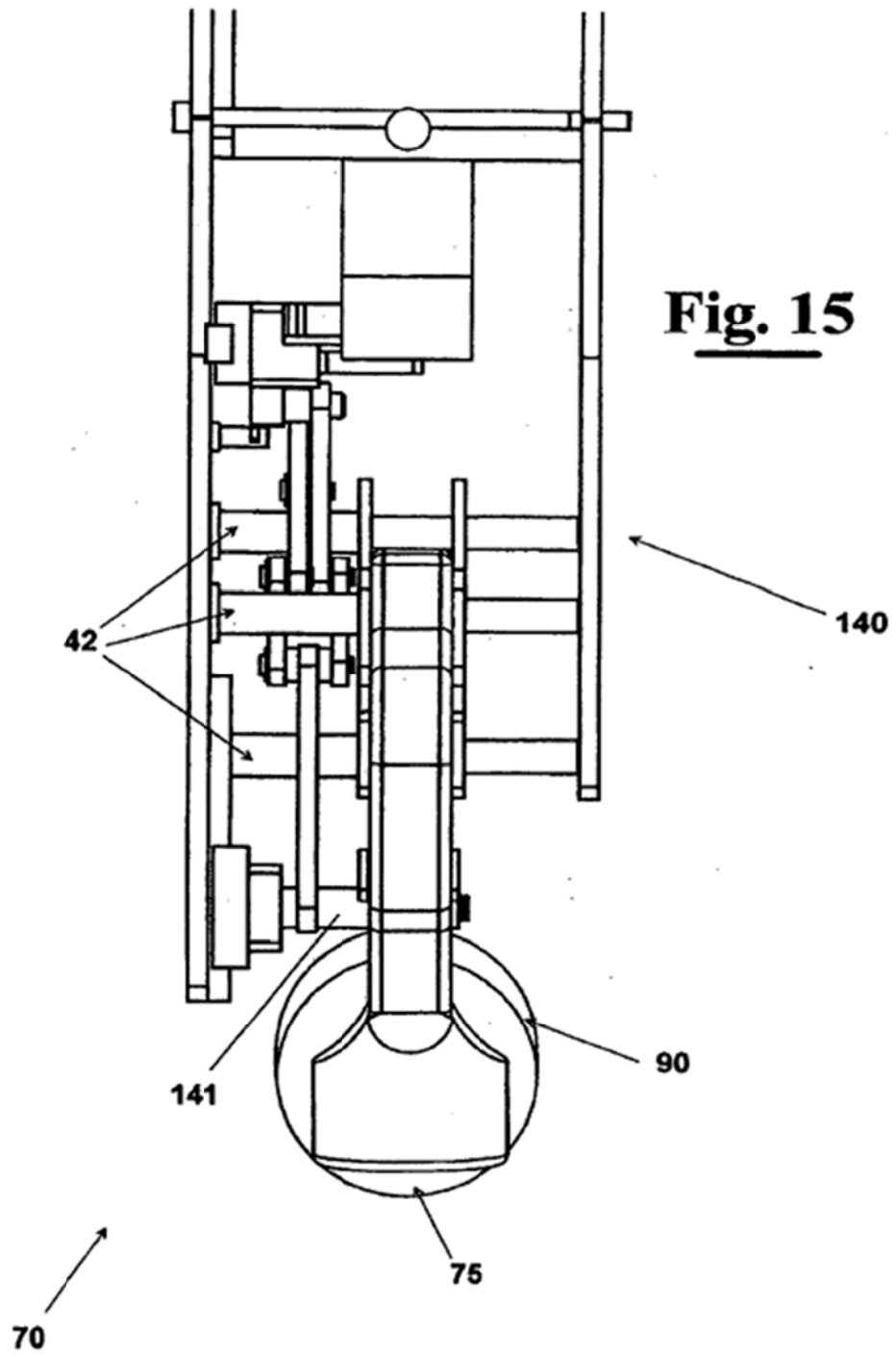
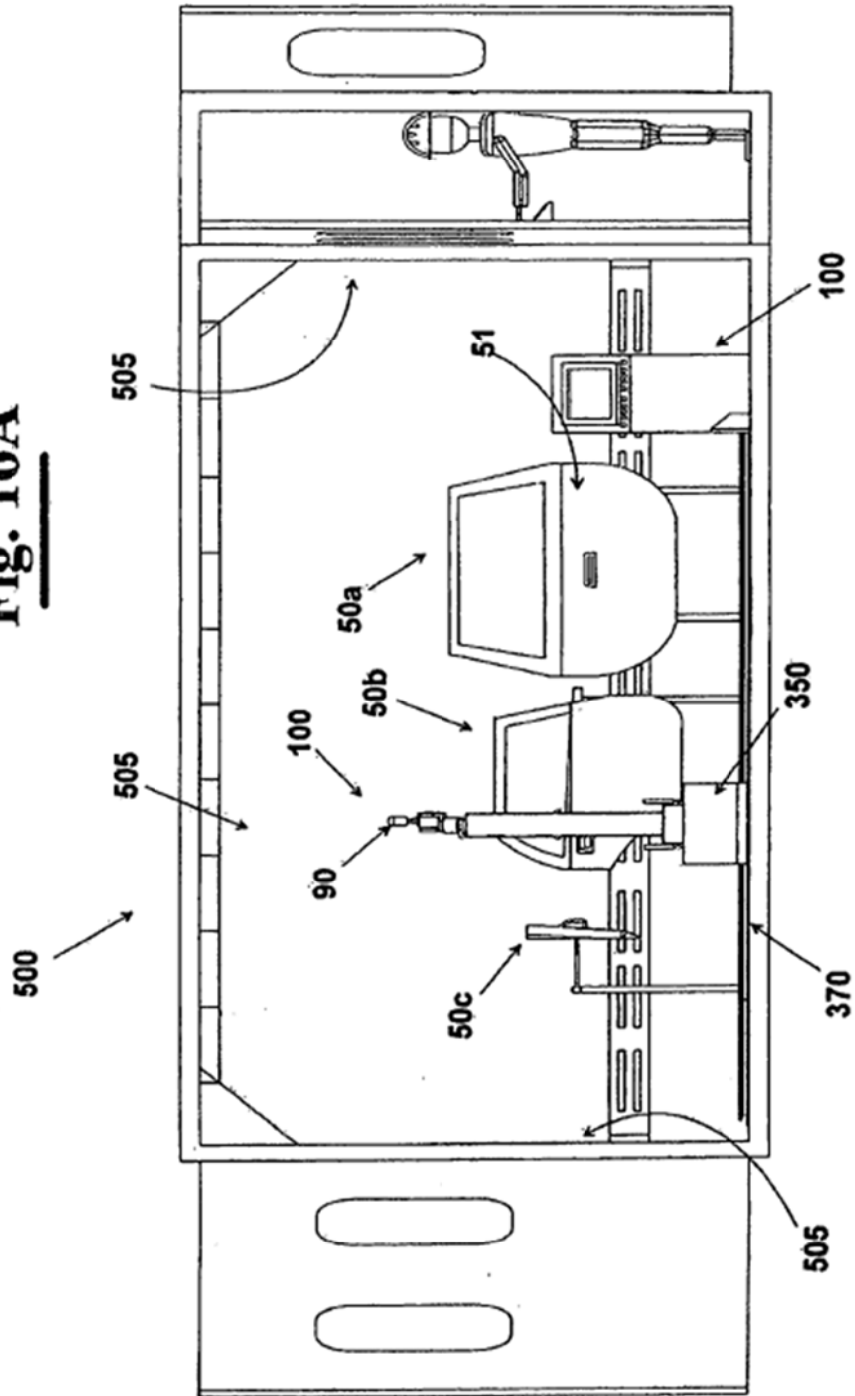


Fig. 16A



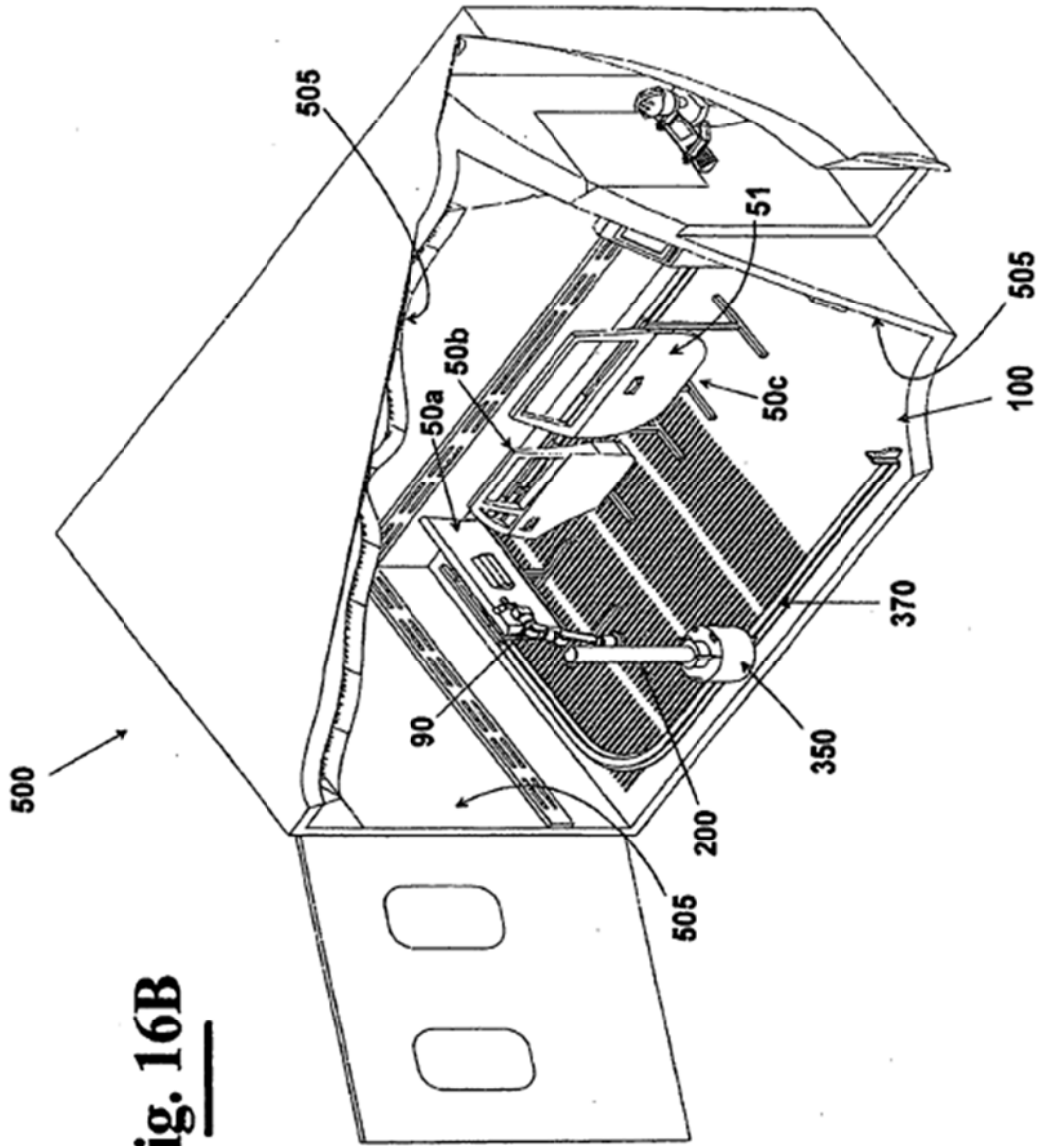
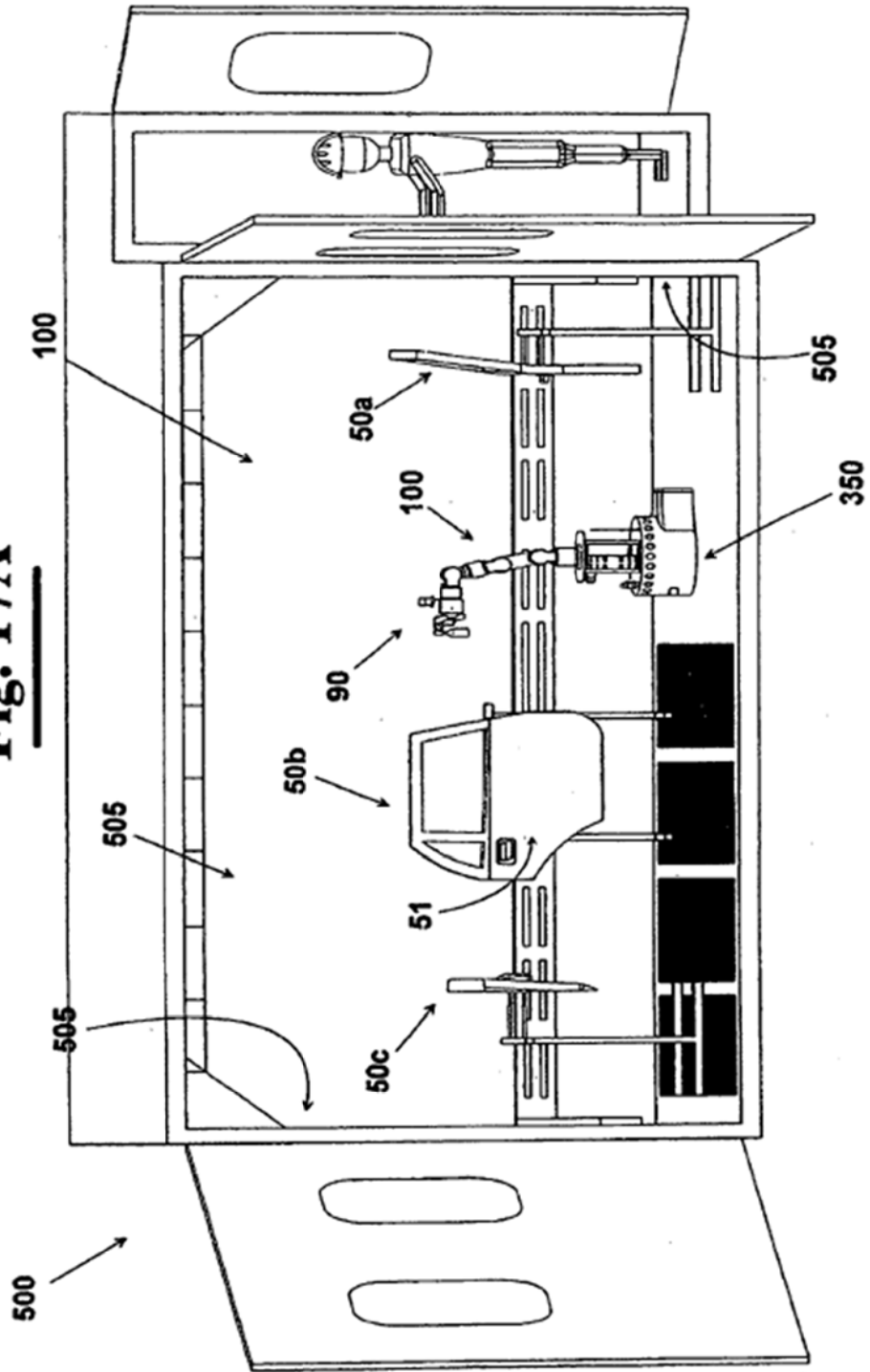


Fig. 16B

Fig. 17A



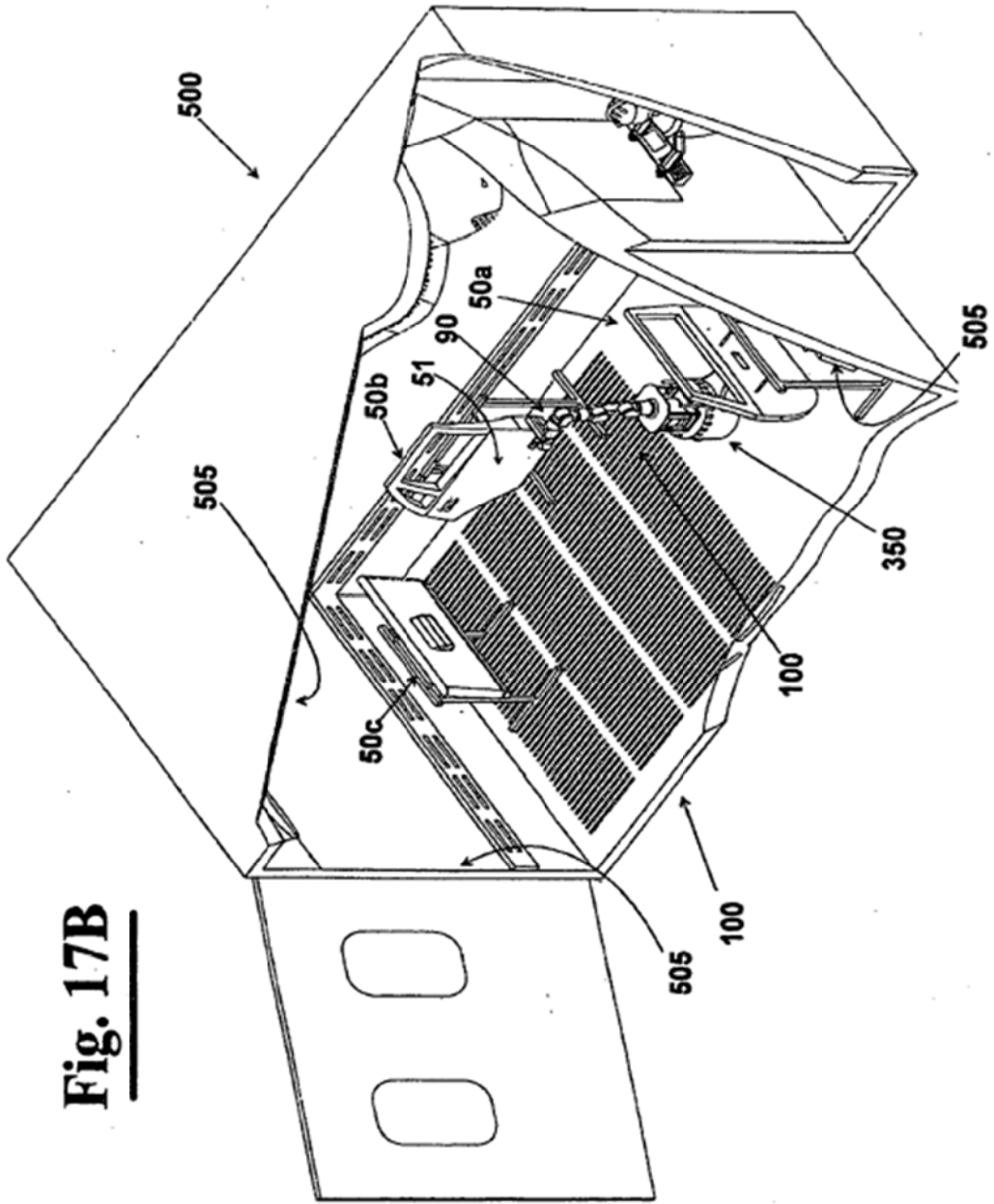


Fig. 17B

Fig. 18

