(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 724 500**

(21) Número de solicitud: 201890087

(51) Int. Cl.:

***B29C 71/00*** (2006.01)
***B29C 64/188*** (2007.01)
***G05B 19/00*** (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

**30.06.2017**

(30) Prioridad:

**30.06.2017 US 15/638,898**
**30.06.2016 US 62/356,751**
**30.06.2017 WO 17040275 US**

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

**11.09.2019**

(71) Solicitantes:

**POSTPROCESS TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)**
**2495 Main Street, Suite 615**
**14214 Buffalo, New York US**

(72) Inventor/es:

**HUTCHINSON, Daniel Joshua**

(74) Agente/Representante:

**POLO FLORES, Carlos**

(54) Título: **APARATO DE IGUALACION DE SUPERFICIE**

(57) Resumen:
Un aparato de igualación de superficies diseñado para ser compatible con una amplia variedad de tecnologías de piezas, materiales compuestos y geometrías de piezas. El aparato funciona con software, sustancias químicas, abrasivos y medio e incluye un depósito de entrada alargado y oblongo para contener medio y una pieza. El depósito de entrada está conectado con una montura de motor, que está conectada con un motor excéntrico. Cuando el motor se activa, el depósito de entrada empieza a moverse de una forma sinusoidal vibratoria. El movimiento del depósito en los muelles conectados genera un flujo rotacional de medio en el depósito. Se crea así un movimiento de baja amplitud/alta frecuencia de la pieza a través del depósito. Las estructuras de superficie desvían el medio para evitar que la pieza entre en contacto con el lateral del depósito. Las boquillas de pulverización se colocan encima del depósito de entrada. Se coloca espuma de amortiguación acústica alrededor de los componentes. Un ventilador de refrigeración permite el flujo de aire a través del aparato.

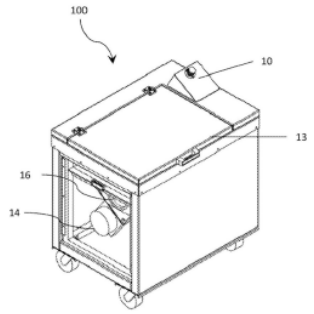


FIG.1

ES 2 724 500 A1

## DESCRIPCIÓN

Aparato de igualación de superficie

REFERENCIA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica el beneficio de una solicitud provisional nº 62/365.751 presentada el 30 de junio de 2016.

CAMPO TÉCNICO

La presente descripción se refiere en general a un aparato para el acabado de superficie de una pieza formada por impresión 3D y a la mejora de las propiedades mecánicas de la pieza.

ANTECEDENTES

La impresión en 3D a menudo produce una pieza impresa que tiene una superficie desigual. Por ejemplo, el modelado por deposición fundida (FDM) es una tecnología de impresión en 3D usada comúnmente para modelado, elaboración de prototipos y aplicaciones de producción. La FDM funciona según un principio "aditivo" extendiendo material en capas; se desenrolla un filamento de plástico o un hilo metálico de una bobina y suministra el material para producir una pieza. Este proceso puede producir una superficie "por capas", en la que las etapas individuales asociadas con cada capa progresan en una dirección global. Dicha superficie puede no ser adecuada para algunas áreas de aplicación en las que se desea un acabado más sofisticado. Los procedimientos de fabricación aditiva e impresión en 3D no se limitan a los descritos en la presente memoria.

Debido al aspecto por capas y/o a la porosidad del cuerpo de una pieza producida por impresión en 3D, puede ser deseable igualar las superficies de la pieza con el fin de proporcionar a la pieza un aspecto más acabado y una función mejorada. Aunque el campo es relativamente nuevo, en la técnica se conocen procedimientos para producir un aspecto

acabado en una pieza impresa en 3D. Estos incluyen el uso de película adhesiva que se aplica a la superficie de la pieza impresa en 3D que se une a la pieza y proporciona el aspecto de una superficie mejorada. Otros procedimientos incluyen el uso de disolventes que erosionan la superficie de la pieza para proporcionar un acabado liso.

Los inconvenientes de los sistemas conocidos son numerosos, e incluyen limitaciones causadas por la incompatibilidad con diversos materiales y formas. En los sistemas existentes puede necesitarse mucha experimentación para descubrir el abrasivo, el adhesivo y/o el disolvente apropiado para cada pieza.

Un acabado de superficie efectivo y eficiente para una amplia variedad de materiales impresos en 3D y formas y tamaños de las piezas requiere un sistema que sea aplicable universalmente. Por tanto, existe la necesidad de un aparato de igualación de superficie que pueda alojar la amplia diversidad en expansión de tipos de piezas encontrados en el campo en rápido crecimiento de la impresión en 3D y la fabricación aditiva.

RESUMEN

En la presente descripción, se proporciona una solución a problemas de los procedimientos y dispositivos existentes de acabado de superficie a través de un aparato de igualación de superficie diseñado para ser compatible con una amplia variedad de tecnologías, que incluyen sin limitación FDM, PolyJet, DMLS, CBAM y similares, junto con diversos materiales compuestos y geometrías de piezas. La presente descripción describe un aparato de igualación de superficie que tiene un nuevo diseño y funciona conjuntamente con software, materiales abrasivos y de pulido y detergentes para un efecto sinérgico en la mejora de la eficiencia y la efectividad en el acabado de superficie. Los materiales sólidos abrasivos y de pulido, y el detergente líquido, se refieren de forma individual y conjunta en la presente memoria como “medio” o “medio de acabado”.

El aparato de igualación de superficie de la presente descripción incluye un depósito de entrada alargado para contener el medio de acabado y una pieza impresa en 3D. La porción exterior del depósito de entrada está conectada con una montura de motor, que, a su vez,

está conectada con un motor excéntrico. Cuando se activa el motor, el depósito de entrada empieza a moverse de forma vibratoria, en una dirección z. El depósito de entrada está unido a muelles, adyacentes a la parte exterior y superior del depósito y el movimiento del depósito sobre los muelles crea un flujo rotacional del medio en el depósito de entrada. Este flujo rotacional del medio crea un movimiento de baja amplitud/alta frecuencia consistente y calibrado de la pieza dentro del depósito.

El flujo rotacional del medio actúa conjuntamente con estructuras en el interior del depósito de entrada, que incluyen derivadores y nervaduras de guía. Estas estructuras ayudan a evitar que la pieza esté en contacto con el lateral del depósito y provoque un daño en la pieza. Puede colocarse un conjunto de boquillas de pulverización en intervalos y por encima del depósito, y conectado a un depósito de lavado que puede usarse para suministrar una porción líquida del medio. Puede colocarse una espuma de amortiguamiento acústico en torno a los componentes centrales del aparato de igualación de superficie. Un ventilador de refrigeración puede formar parte integral con el lateral de una caja para permitir el flujo de aire a través del aparato.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirán realizaciones preferidas de la presente invención, a modo sólo de ejemplo, con referencia a las Figuras adjuntas, en las que:

La FIG. 1 es una vista en perspectiva desde arriba del aparato de igualación de superficie de acuerdo con la presente descripción.

La FIG. 2 es una vista en perspectiva desde arriba del aparato de igualación de superficie de acuerdo con la presente descripción.

La FIG. 3 es una vista en perspectiva desde arriba del aparato de igualación de superficie de acuerdo con la presente descripción.

La FIG. 4 es una vista lateral en sección transversal del aparato de igualación de superficie

de acuerdo con la presente descripción.

La FIG. 5 es una vista lateral en sección transversal del aparato de igualación de superficie que incluye una visualización de la dirección de medio de acuerdo con la presente descripción.

La FIG. 6 es una vista desde arriba del aparato de igualación de superficie de acuerdo con la presente descripción.

La FIG. 7 es una vista lateral en sección transversal del aparato de igualación de superficie de acuerdo con la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la siguiente descripción se describirán en detalle las diversas realizaciones de la presente invención. Sin embargo, dichos detalles se incluyen para facilitar la comprensión de la invención y para describir realizaciones de ejemplo con el fin de implementar la invención. Dichos detalles no deben usarse para limitar la invención a las realizaciones descritas en particular dado que son posibles otras variaciones y realizaciones manteniéndose dentro del alcance de la invención.

Además, aunque se exponen numerosos detalles con el fin de proporcionar una comprensión minuciosa de la presente invención, para los expertos en la materia será evidente que estos detalles específicos no son necesarios para poner en práctica la presente invención. En otros aspectos detalles como métodos, tipos de datos, protocolos, procedimientos, componentes, equipo de conexión en red, procesos, interfaces, estructuras eléctricas, circuitos, etc., bien conocidos no se describen en detalle o se muestran en forma de diagrama de bloques para no complicar la exposición de la presente invención.

En referencia a continuación a la FIG. 1, se muestra una realización de un aparato de igualación de superficie 100 de acuerdo con la presente invención. El aparato de igualación de superficie 100 puede usarse para el acabado de piezas en 3D relativamente grandes. La

cubierta 13 se abre para permitir colocar una pieza impresa en 3D en un medio 44 (mostrado en la FIG. 5) contenido en el depósito de entrada 16. En la FIG. 4 se ilustra una bisagra 35 que tiene resistencia positiva y negativa para sostener la cubierta 13 en su lugar. El depósito de entrada 16 puede estar hecho preferentemente de uretano. El panel de control 10 permite que un usuario introduzca parámetros predeterminados iniciales como el tiempo y la velocidad del motor. El motor excéntrico 14 se muestra debajo del depósito de entrada 16. El motor excéntrico 14 está unido al depósito de entrada 16 de manera que cuando el motor excéntrico 14 se enciende, hace que el depósito de entrada 16 vibre de una forma que produce igualación de la superficie o acabado de la superficie. En algunas realizaciones pueden usarse dos motores excéntricos 14 dispuestos uno junto al otro y/o en lados opuestos en el depósito de entrada 16.

En referencia a continuación a la FIG. 2, el armazón 19 rodea al depósito de entrada 16 y proporciona soporte estructural para el aparato de igualación de superficie 100. En posición adyacente al armazón 19 se muestra una espuma de amortiguamiento acústico 18. El panel electrónico 28 (mostrado en la FIG. 3) controla las operaciones del aparato de igualación de superficie 100.

En referencia a continuación a la FIG. 3, un recipiente de eliminación de agua residual 24 proporciona un medio para separar el líquido de los residuos sólidos después de que el agua residual salga de la salida de agua residual 26. El depósito de lavado 12 contiene una porción de líquido del medio 44 para su dispensación en el depósito de entrada 16 a través de las boquillas de pulverización 22, que están conectadas con las boquillas 22 a través de los tubos 23.

El intervalo de flujo y la separación de las boquillas de pulverización 22 son importantes para alcanzar una lubricidad deseada del medio y en una realización estas boquillas están separadas de manera uniforme para la nebulización o pulverización de la porción líquida del medio 44 en la cámara con el fin de crear una mezcla homogénea de las porciones líquida y sólida del medio de acabado 44. En una realización preferida, existen tres boquillas de pulverización 22 separadas de manera uniforme cerca de un borde superior del depósito de entrada 16. La posición de las boquillas se fija para que apunten directamente al medio 44

en el depósito de entrada 16. La velocidad de flujo de la porción líquida del medio 44 que sale de las boquillas de pulverización 22 puede ser determinada por un ordenador incorporado. El depósito de lavado 12 se muestra adyacente al depósito de entrada 16 para alimentar la porción líquida del medio 44 a las boquillas de pulverización 22.

Las FIG. 4 y 5 muestran el motor excéntrico 14 desplazado desde un eje vertical que discurre a través del centro de depósito de entrada 16. Tal como se muestra en la FIG. 5, el motor excéntrico 14 gira para provocar el movimiento vibratorio del depósito de entrada alargado en forma de U 16. La montura de motor 30 permite transferir la energía vibratoria generada por el motor excéntrico 14 al depósito de entrada 16 y el medio 44. El motor excéntrico 14 gira en la dirección opuesta del flujo rotacional del medio 44. Cuando está en funcionamiento, el movimiento del motor excéntrico 14 es aplicado al depósito 16 en un ángulo (con respecto a la gravedad) que provoca el movimiento cíclico del medio 44 en el depósito 15 (véanse las flechas en la Fig. 5). El ángulo del motor excéntrico 14 puede estar desplazado a 30° con respecto a un eje vertical en la realización preferida, aunque el ángulo puede variar según los parámetros de la pieza y el aparato de igualación de superficie 100. Cuando el aparato 100 está en funcionamiento, la Fig. 5 describe que una superficie superior del medio 44 está en un ángulo (véanse en la Tabla 1 las relaciones entre el medio y otros aspectos de la máquina de igualación de superficie 100). Cuando una pieza completa un ciclo pasa a través de una fase de pendiente, desplazándose desde una amplitud máxima a una porción de descarga, o escape, en sentido descendente a una porción de admisión. La máquina está diseñada y calibrada para mantener la pieza en el medio 44 y por debajo de la superficie superior del medio 44 en todo momento.

El uso del motor excéntrico 14 que hace que los muelles 20 unidos al depósito de entrada 16 se desplacen en un movimiento en dirección z (o un rebote). El depósito de entrada 16 está suspendido de los muelles 20, que controlan una fuerza aplicada por el motor excéntrico 14, para producir un movimiento en una dirección z, o vertical, en el orden de 1-3 milímetros, en una realización preferida.

El motor excéntrico 14 está colocado en posición tangencial con respecto al depósito de entrada 16 en la montura de motor 30. El motor excéntrico 14 gira, induciendo una

frecuencia de movimiento que está contenida en un movimiento arriba y abajo en los muelles 20 unidos al depósito de entrada 16. La tensión de los muelles 20 genera un movimiento de elevación.

Al colocar los muelles 20 en la porción superior del depósito de entrada 16 se crea un sistema más estable que el que tiene los muelles 20 debajo del depósito de entrada 16, aunque es posible que pueda diseñarse un sistema efectivo con los muelles 20 debajo del depósito de entrada 16. La alineación de los muelles 20 a una altura metacéntrica y el centro de gravedad, con respecto al depósito de entrada 16, es un aspecto importante de la invención, y crea un movimiento dinámico estable. Un metacentro se define como el punto de intersección entre una línea vertical a través del centro de flotación de un cuerpo flotante tal como un barco (o análogo en este caso al depósito 16, el medio 44 y el motor 14 combinados) y una línea vertical a través del nuevo centro de flotación cuando el cuerpo se inclina, que debe estar por encima del centro de gravedad para garantizar la estabilidad. La altura metacéntrica (GM) es una medida de la estabilidad estática inicial de un cuerpo flotante. Se calcula como la distancia entre el centro de gravedad de un barco y su metacentro. Una altura metacéntrica mayor implica una mayor estabilidad inicial frente a vuelcos.

El motor excéntrico 14 se calibra para la masa combinada del depósito de entrada 16, el motor excéntrico 14 y el medio 44 contenido en el depósito de entrada 16. La relación de fuerza puede ser la siguiente: por cada 0,45 kg (1 libra de masa) (el depósito de entrada 16, el medio 44 contenido en el depósito de entrada 16 y el motor excéntrico 14 combinados), el motor excéntrico 14 aplica aproximadamente 24,78 N (5,57 libras de fuerza). Por ejemplo, el intervalo entre fuerza y peso puede estar entre 4:1 y 7:1. El aparato de igualación de superficie 100, en una realización usada para piezas en 3D más grandes, puede aplicar, por ejemplo, 7.380 N (1.659 lbf) a un peso de 135 kg (298 lb).

Tal como se muestra en la FIG. 5, la porción sólida y la porción líquida del medio 44 fluyen rotacionalmente, ilustrado aquí en dirección antihoraria, en respuesta a la activación del motor excéntrico 14, que gira en la dirección opuesta del flujo rotacional del medio 44; en este caso en sentido horario. Mientras el medio 44 gira, transporta una pieza en un ciclo

dentro del depósito de entrada 16. Durante el ciclo dentro del depósito 12, el medio 44 forma una superficie superior inclinada, generalmente plana. El efecto causado por el funcionamiento del aparato de igualación de superficie 100 sobre la pieza tiene una naturaleza delicada cuando se compara con los dispositivos convencionales de acabado de superficie debido al movimiento de baja amplitud/alta frecuencia de la pieza. La pieza se mueve en un movimiento en circuito sumergido simétrico. Los muelles 20 hacen que el depósito de entrada 16 se mueva generalmente en una dirección z. Este movimiento hace que la pieza se agite dentro del medio 44 que puede incluir abrasivos y detergente, generando así energía calorífica y permitiendo la inmersión completa de la pieza de manera que todas las superficies de la pieza reciban una abrasión consistente y simultánea de una forma que produzca de manera efectiva la igualación de la superficie.

Además, las porciones líquida y sólida del medio 44 pueden seleccionarse de tal manera que evitan daños en una pieza delicada y mantienen esa pieza por debajo de la superficie del medio 44 y alejada del depósito de entrada 16 en sí. El aparato de igualación de superficie 100 puede ser efectivo para la igualación de superficie de medio de baja densidad/pieza de baja densidad. El depósito de entrada 16 contiene el medio 44 para su uso en el acabado de superficie.

Las FIG. 4 y 5 muestran derivadores abrasivos, que incluyen un derivador de escape 36 y un derivador de admisión 37, cada uno de los cuales modifica de forma efectiva la forma interna del depósito de entrada 16. Los derivadores abrasivos están unidos a la pared, o incorporados en la pared, del depósito de entrada 16 para modificar la forma del depósito de entrada 16 y pueden estar hechos preferentemente de uretano. Los derivadores abrasivos crean una transferencia de energía direccional, ya que el derivador de escape 36 y el derivador de admisión 37 son disipadores de energía. En una realización preferida, el derivador de escape 36 y el derivador de admisión 37 están dispuestos en paredes opuestas del depósito de entrada 16, en la superficie del medio 44. En algunas realizaciones, sólo puede usarse un derivador abrasivo. Sin embargo, es posible que en ciertas aplicaciones no se necesiten derivadores abrasivos.

Tal como se muestra en la FIG. 5, los derivadores abrasivos están inclinados para dirigir

adecuadamente el flujo de medio 44 en el depósito de entrada 16. Los derivadores abrasivos pueden tener forma triangular, y sobresalen hacia el interior para dirigir el flujo del medio 44 de forma que se impida que la pieza llegue a la superficie superior del medio 44. El derivador abrasivo hace girar la pieza en la cresta del medio 44 de manera que cuando la pieza está en el lado de admisión existe un movimiento de fluido en torno a la pieza. El derivador abrasivo impide que la pieza se introduzca en la superficie superior del medio 44, y mantiene la pieza en una posición deseable bajo la superficie del medio 44.

El volumen óptimo del medio 44 determina el lugar en el que debería estar el derivador de admisión 37. En una realización preferida, la cresta de cada derivador abrasivo puede estar 2,54 cm (1 pulgada) por encima de la pendiente de la superficie del medio 44, o puede estar también aproximadamente en la superficie del medio 44.

La FIG. 4 muestra nervaduras de guía 39, que se extienden generalmente desde un lado del depósito de entrada 16 al otro. Las nervaduras de guía 39 pueden tener forma semicilíndrica y estar separadas de manera uniforme longitudinalmente a través del depósito de entrada 16 y preferentemente están hechas de uretano. En una realización preferida pueden existir cinco nervaduras de guía 39 en el depósito de entrada 16, y separadas uniformemente en distancias que alcanzarían siete nervaduras de guía 39 por 28,32 decímetros cúbicos (1 pie cúbico). Las nervaduras de guía 39 pueden tener preferentemente de 0,63 cm (1⁄4") a 12,70 cm (5") de anchura y de 0,63 cm (1⁄4") a 7,62 cm (3") de profundidad. Las nervaduras de guía 39 crean una fuerza hacia dentro dirigida al centro del depósito de entrada 16 en el medio 44 cuando el motor excéntrico 14 está encendido, lo que impide que la pieza esté en contacto con la superficie interior del depósito de entrada 16, impidiendo así daños en la pieza.

El medio 44 se selecciona de manera que impida el contacto con la pared del depósito de entrada 16. El aparato de igualación de superficie 100 tiene una proporción deseada de volumen del medio 44 y espacio abierto para permitir las tasas deseadas de admisión y descarga, a la vez que se controlan las tasas de lubricidad.

El medio 44 puede tener preferentemente una densidad comprendida entre 320 kg/m$^3$ (20

lbs/ft$^3$) y 1.442 kg/m$^3$ (90 lbs/ft$^3$), que es significativamente menor que el medio de acabado de superficie típico, permitiendo así que una pieza se mueva dentro del medio 44 como si la pieza estuviera en un fluido, manteniendo el medio 44 entre la pieza y la pared del depósito de entrada 16. A pesar de estar compuesto principalmente por sólidos, el medio 44 puede comportarse como un lecho fluidizado cuando el aparato 100 está en funcionamiento, de manera que las porciones sólidas del medio 44 se mueven como un fluido.

Mientras el aparato de igualación de superficie 100 está en funcionamiento, las porciones sólidas del medio 44 se descomponen, pero la tasa de desgaste de las porciones sólidas, del medio 44 es menor cuando se compara con las máquinas convencionales de acabado de superficie. La tasa de desgaste del medio 44 en el aparato de igualación de superficie 100 puede atribuirse, en parte, a la porción líquida del medio 44 que se aplica durante un periodo de tiempo.

La adición de la porción líquida del medio 44 durante el funcionamiento tiene propiedades de limpieza y refrigeración además de proporcionar lubricidad a las porciones sólidas del medio 44 en el depósito de entrada 16. Esta adición de medio 44 reduce el rozamiento innecesario que en caso contrario desgastaría el medio 44 en una tasa acelerada. Los materiales compuestos pueden ser más propensos a la absorción de humedad (las piezas son higroscópicas). El depósito de lavado 12 puede añadir automáticamente medio 44 a una tasa basada en la prueba de la pieza.

La amplitud del depósito de entrada 16, o más específicamente una proporción de menor amplitud y mayor frecuencia que los sistemas de la técnica anterior, permite reducir el desgaste del medio 44. La forma interior del depósito de entrada 16 es importante para la función. Además, la capacidad de sintonizar el motor excéntrico 14 de 900 a 4.500 rpm permite el movimiento causado por el motor excéntrico 14 y la frecuencia optimizada del depósito de entrada 16. La proporción sintonizable deseada se ilustra en los ejemplos de la Tabla 1 (que se suministran para un factor k) para que la amplitud deseada (de 0,5 mm a 4 mm) desde los muelles 20 produzca un mismo movimiento de amplitud en el depósito de entrada 16. El movimiento en dirección z de la masa del medio 44 es mucho menor en amplitud de lo que sería con una frecuencia operativa menor del accionamiento. La máquina

de igualación de superficie 100 puede funcionar con corriente continua o alterna, o equivalentes de las mismas.

Las paredes alargadas curvas en forma de U del depósito de entrada 16 son esenciales para generar el movimiento apropiado del medio 44 con el fin de crear un tipo de cinta transportadora de flujo rotacional para igualación de superficie, tal como se ilustra en la FIG. 5. El centro de masa bajo el movimiento del fluido es un factor clave para determinar el patrón de la tasa de entrada y descarga.

Una característica importante de la presente descripción es una caja acústica 11 (mostrada en la FIG. 2) que rodea al de entrada 16 y que actúa como amortiguador acústico en un espectro de frecuencias. La caja 11 está construida de forma que deja espacio para el grosor adecuado de la espuma de amortiguamiento acústico 18 (mostrada en las FIG. 4 y 5). La espuma de amortiguamiento acústico 18 es necesaria para optimizar el amortiguamiento acústico del ruido causado por el depósito de entrada 16 y el movimiento del medio 44. La espuma de amortiguamiento acústico 18 está colocada en toda la caja 11. El depósito de entrada 16 está rodeado completamente por espuma de amortiguamiento acústico 18 excepto en su parte superior, porción abierta del depósito de entrada 16, que está cubierta sólo por la cubierta 13.

Los intervalos de frecuencias de sonido que se amortiguan están generalmente por debajo de 73 dBa. El depósito de entrada 16, el medio 44 y el motor excéntrico 14 producen un espectro de frecuencia de sonido, con lo que durante el desarrollo de la presente invención, se realizó un estudio de ingeniería para encontrar un modo adecuado de amortiguar las frecuencias apropiadas. La amplitud pretendida del motor excéntrico 14, en una realización preferida, es de 1 mm a 3 mm y las frecuencias de 1.200 rpm a 3.600 rpm con el fin de tener una tasa de circulación deseada dentro del depósito 16 de 4 a 180 segundos.

El sonido generado por el funcionamiento del dispositivo crea energía disipada a una tasa de absorción, con lo que el aparato de igualación de superficie 100 tiene también un ventilador de refrigeración 34 ya que el motor excéntrico 14 genera calor, y se ha sabido que los dispositivos de acabado anteriores de base vibratoria no funcionan debido al calor

excesivo causado por el motor. El aparato 100 usa un ventilador de refrigeración 34 para eliminar el calor del aparato 100, y usa amortiguamiento acústico para evitar un aumento en la temperatura que en caso contrario se provocaría por la energía disipada del sonido en el aparato 100, y así prevenir el fallo del motor excéntrico 14 debido a las altas temperaturas.

La FIG. 6 muestra una vista desde arriba del aparato de igualación de superficie 100, que ilustra la relación espacial entre las boquillas de pulverización 22 y el depósito de entrada 16.

La FIG. 7 muestra un botón de encendido 60 junto con el recipiente de eliminación de agua residual 24 y el dispositivo de drenaje 40. Además se ilustran ruedas de guía 70, que pueden estar recubiertas con uretano para la reducción del ruido.

En algunas realizaciones puede haber dos zonas de depósito de entrada que pueden funcionar al mismo tiempo. En algunas realizaciones de la presente descripción pueden existir dos recipientes de extracción de aguas residuales 24 (referidos también como “depósitos de recuperación”) por debajo del depósito de entrada 16. Los depósitos de recuperación 24 recogen el drenaje del depósito de entrada 16 y pueden usar un sistema de rebosadero para separar los sólidos de los líquidos. Estos depósitos de recuperación 24 tienen la capacidad de hacer recircular o funcionar en un proceso de bucle abierto.

En algunas realizaciones de la presente descripción, un Beckhoff PLC/HMI proporciona la capacidad de funcionar en un ciclo automático. El Beckhoff PLC/HMI proporciona tiempos de ejecución, dosis de medio líquido y control de flujo automáticos. Además, el Beckhoff PLC/HMI proporciona monitorización de datos de las frecuencias del motor excéntrico 14, las frecuencias y la amplitud del depósito de entrada 16 y la temperatura del recinto.

En algunas realizaciones, unas válvulas de pulverización independientes permiten que dos zonas funcionen al mismo tiempo, lo que permite así usar medios de acabado 44 diferentes y volúmenes e intervalos de pulverización diferentes.

Aunque la invención se ha descrito con referencia a ciertas realizaciones preferidas, los

expertos en la materia apreciarán que pueden realizarse modificaciones y variaciones sin apartarse del espíritu y el alcance de la descripción. Debe entenderse que el solicitante no pretende limitarse a los detalles particulares descritos anteriormente e ilustrados en los dibujos adjuntos.

Tabla 1

| Medio | Fuerza motor, N (lbf) | Volumen medio (Gal) | Volumen medio, $dm^3$ ($ft^3$) | Masa media (kg) | Peso medio (lbs) | Tiempo de ciclo RPM (s) | Profundidad anterior, cm (pulg.) | Profundidad posterior, cm (pulg.) | Pendiente media | Ángulo medio (°) | Sonido 1 m (3 ft) (dB) | Sonido 2 m (6 ft) (dB) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| UPM | 7.380 (1.659) | 1 | 3,784509 (0,133681) | 4,4 | 9,68 | 0 | 0 (0) | 0 (0) | 0 | 0 | 87,1 | 79,5 |
| UPM | 7.380 (1.659) | 2 | 7,569018 (0,267362) | 8,8 | 19,36 | 5 | 0 (0) | 0 (0) | 0 | 0 | 82,5 | 78,5 |
| UPM | 7.380 (1.659) | 3 | 11,35352 (0,401043) | 13,2 | 29,04 | 5 | 25,4 (10) | 17,78 (7) | 0,3157894737 | 17,52556837 | 84,1 | 78,1 |
| UPM | 7.380 (1.659) | 4 | 15,13803 (0,534724) | 17,6 | 38,72 | 4,75 | 25,4 (10) | 15,24 (6) | 0,4210526316 | 22,83365418 | 83,1 | 76,7 |
| UPM | 7.380 (1.659) | 5 | 18,92254 (0,668405) | 22 | 48,4 | 4 | 21,59 (8,5) | 12,7 (5) | 0,3684210526 | 20,22485943 | 81,2 | 76,5 |
| UPM | 7.380 (1.659) | 6 | 22,70705 (0,802086) | 26,4 | 58,08 | 3,7 | 17,14 (6,75) | 10,16 (4) | 0,2894736842 | 16,14433878 | 80,1 | 75 |
| UPM | 7.380 (1.659) | 7 | 26,49156 (0,935767) | 30,8 | 67,76 | 4 | 13,97 (5,5) | 8,89 (3,5) | 0,2105263158 | 11,88865804 | 80 | 75 |
| UPM | 7.380 (1.659) | 8 | 30,27607 (1,069448) | 35,2 | 77,44 | 5 | 10,79 (4,25) | 7,62 (3) | 0,1315789474 | 7,49585764 | 78,5 | 75,5 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| UAM | 7.380 (1.659) | 1 | 3,784509 (0,133681) | 5,1 | 11,22 | 0 | 0 (0) | 0 (0) | 0 | 0 | 89,9 | 83,5 |
| UAM | 7.380 (1.659) | 2 | 7,569018 (0,267362) | 10,2 | 22,44 | 4,75 | 0 (0) | 0 (0) | 0 | 0 | 88,5 | 81,2 |
| UAM | 7.380 (1.659) | 3 | 11,35352 (0,401043) | 15,3 | 33,66 | 4 | 26,67 (10,5) | 17,78 (7) | 0,3684210526 | 20,22485943 | 86,1 | 79,3 |
| UAM | 7.380 (1.659) | 4 | 15,13803 (0,534724) | 20,4 | 44,88 | 3,5 | 25,4 (10) | 15,24 (6) | 0,4210526316 | 22,83365418 | 84,5 | 78,6 |
| UAM | 7.380 (1.659) | 5 | 18,92254 (0,668405) | 25,5 | 56,1 | 3,25 | 22,86 (9) | 11,43 (4,5) | 0,4736842105 | 25,34617594 | 83,6 | 77,3 |
| UAM | 7.380 (1.659) | 6 | 22,70705 (0,802086) | 30,6 | 67,32 | 3,2 | 17,78 (7) | 10,16 (4) | 0,3157894737 | 17,52556837 | 82,9 | 76,5 |
| UAM | 7.380 (1.659) | 7 | 26,49156 (0,935767) | 35,7 | 78,54 | 4 | 15,24 (6) | 8,89 (3,5) | 0,2631578947 | 14,74356284 | 80 | 75,5 |
| UAM | 7.380 (1.659) | 8 | 30,27607 (1,069448) | 40,8 | 89,76 | 5 | 10,16 (4) | 7,62 (3) | 0,1052631579 | 6,009005957 | 77 | 74,9 |

"UPM" significa *Urethane Polishing Media* (medio de pulido de uretano).

"UAM" significa *Urethane Abrasive Media* (medio abrasivo de uretano).

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de igualación de superficie, que comprende:

suministro de un depósito que comprende superficies interior y exterior;
llenado del depósito con un medio que comprende abrasivos sólidos;
en el que dicho depósito está conectado operativamente con un motor y con uno o más muelles colocados a una altura por encima de un metacentro de dicho depósito combinado y motor cuando dicho depósito está conteniendo medio;
generación de un movimiento en el depósito en una dirección z;
giro del medio en el depósito;
colocación de una pieza en el medio y facilitación para que el medio ponga en suspensión la pieza en el medio en rotación;
acción de impedir sustancialmente que la pieza entre en contacto con las superficies interiores del depósito mientras la pieza está en rotación en el medio;
e
igualación de la superficie de la pieza.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que además la pieza permanece sustancialmente sumergida dentro del medio mientras la pieza está en rotación en el medio.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además características estructurales que dirigen el flujo del medio en rotación en el depósito alejándolo de algunas de las superficies interiores del depósito.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha acción de impedir sustancialmente que la pieza entre en contacto con las superficies interiores del depósito mientras la pieza está girando en el medio se consigue proporcionando dos o más nervaduras de guía que discurren a lo largo de al menos una porción de la superficie interior del depósito y la separación de las nervaduras de guía en intervalos longitudinalmente a lo largo de la superficie interior del depósito.

5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que además el medio comprende además el medio líquido y la pulverización del medio líquido en el depósito periódicamente mientras el medio está girando en el depósito.

6. El procedimiento según la reivindicación 5, que comprende además la localización de al menos un derivador próximo al borde de superficie del medio.

7. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la localización de al menos un derivador próximo al borde de superficie del medio.

8. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la localización de un primer derivador próximo a un borde de superficie de escape del medio y la localización de un segundo derivador próximo a un borde de superficie de admisión del medio.

9. El procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además la localización del primer derivador a una elevación superior al segundo derivador.

10. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la medida de una amplitud del depósito de entrada y la sintonización de la amplitud del depósito de entrada, en el que la sintonización comprende el ajuste de una frecuencia.

11. Un aparato para acabado de superficies de piezas, que comprende:

un armazón;
un depósito que tiene un primer lateral, un segundo lateral y una porción inferior de forma semicircular para contener medio, comprendiendo el medio abrasivos sólidos y un líquido;
un motor excéntrico montado directa o indirectamente en una superficie externa de dicho depósito, en o cerca de dicha porción inferior de dicho depósito, en una localización desplazada con respecto a una línea central vertical de dicho depósito;
dos o más nervaduras en dicho depósito, extendiéndose cada una de dichas nervaduras

desde dicho primer lateral a dicho segundo lateral de dicho depósito y a lo largo de dicha porción inferior de dicho depósito, y en el que además cada una de dichas nervaduras tiene una altura que se extiende desde una superficie interior de dicho depósito hacia un interior de dicho depósito; y

uno o más muelles montados en dicho armazón a una altura por encima de un metacentro de dicha combinación de depósito y motor excéntrico cuando dicho depósito está conteniendo medio, en el que dicho depósito está conectado operativamente con dichos uno o más muelles; y

en el que, durante el funcionamiento de dicho motor excéntrico, el medio en dicho depósito se mueve en una trayectoria generalmente circular alrededor del interior de dicho depósito, siguiendo dicha trayectoria generalmente un sentido descendente a lo largo de dicha primera pared, a lo largo de la porción inferior, hacia arriba a lo largo de dicha segunda pared, y después en una dirección desde dicha segunda pared a dicha primera pared.

12. El aparato según la reivindicación 11, en el que las fuerzas de dicho motor excéntrico cuando está en funcionamiento hacen que dicho depósito se mueva verticalmente arriba y abajo a una frecuencia.

13. El aparato según la reivindicación 12, en el que la proporción entre el peso en libras de medio contenido en el depósito y la fuerza del motor en unidades de libras-fuerza está en el intervalo de 4:1 a 7:1.

14. El aparato según la reivindicación 11, en el que dicho depósito se mueve verticalmente arriba y abajo una distancia comprendida en el intervalo de 0,5 mm a 4 mm.

15. El aparato según la reivindicación 11, en el que dicho depósito se mueve verticalmente arriba y abajo una distancia comprendida en el intervalo entre 1 mm y 3 mm.

16. El aparato según la reivindicación 11, en el que, durante el funcionamiento de dicho motor, cuando las piezas están colocadas en el medio, las piezas se desplazan en una trayectoria generalmente circular alrededor del interior de dicho depósito.

17. El aparato según la reivindicación 11, en el que además dichas nervaduras impiden sustancialmente que las piezas entren en contacto con las superficies de dicho primer lateral, dicho segundo lateral y dicha porción inferior de dicho depósito cuando las piezas se desplazan en una trayectoria generalmente circular alrededor del interior de dicho depósito.

18. El aparato según la reivindicación 11, que comprende además pulverizadores dirigidos hacia una abertura en dicho depósito para pulverizar medio líquido en dicho depósito mientras dicho motor está en funcionamiento.

19. El aparato según la reivindicación 18, que comprende además un derivador colocado en una porción superior del primer lateral o el segundo lateral del depósito.

20. El aparato según la reivindicación 11, que comprende además un derivador colocado en una porción superior del primer lateral o el segundo lateral del depósito.

21. El aparato según la reivindicación 11, que comprende además un primer derivador colocado en una porción superior de dicho primer lateral y un segundo derivador colocado en una porción superior de dicho segundo lateral, en el que cada uno de dichos derivadores primero y segundo tiene un lateral inferior, y en el que además el lateral inferior de dicho segundo derivador está colocado en una elevación que es superior a la posición del lateral inferior de dicho primer derivador.

22. El aparato según la reivindicación 11, en el que dichos abrasivos sólidos pueden estar formados por material de baja densidad dentro de un intervalo comprendido aproximadamente entre 320 kg/m$^3$ (20 lbs/ft$^3$) y 1.442 kg/m$^3$ (90 lbs/ft$^3$).

23. El aparato según la reivindicación 11, en el que dicho motor funciona de forma ajustable en el intervalo de 1200 RPM a 3600 RPM.

24. El aparato según la reivindicación 11, en el que la velocidad de dicho motor

puede ajustarse para modificar la velocidad a la que se colocan las piezas en el desplazamiento del medio en dicha trayectoria generalmente circular.

25. El aparato según la reivindicación 24, en el que dicha velocidad puede seleccionarse para hacer que las piezas se desplacen en una revolución completa de dicha trayectoria circular entre 4 y 180 segundos.

26. El aparato según la reivindicación 11, en el que las piezas permanecen sustancialmente sumergidas en el medio.

27. El aparato según la reivindicación 11, en el que el medio es un lecho fluidizado.

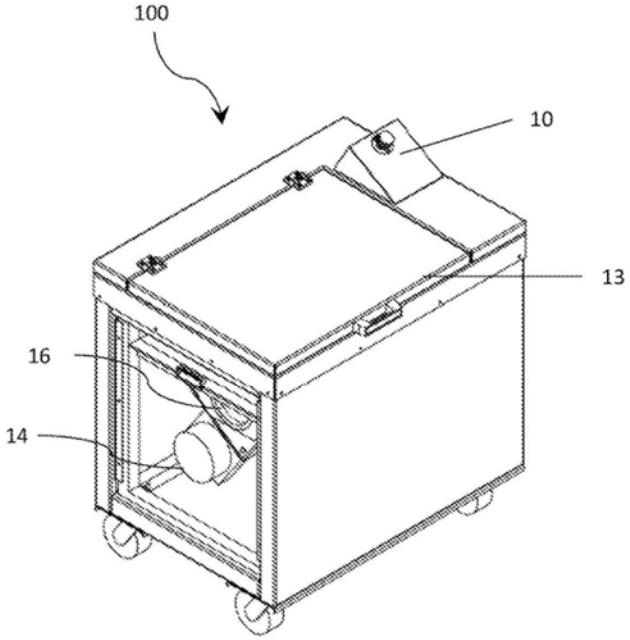


FIG.1

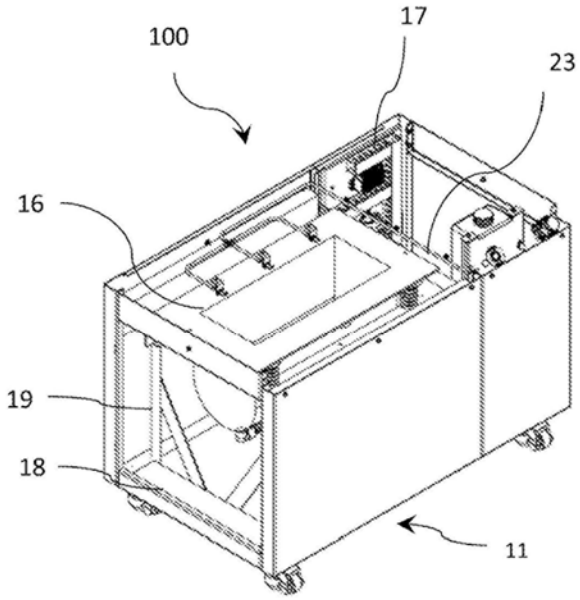


FIG.2

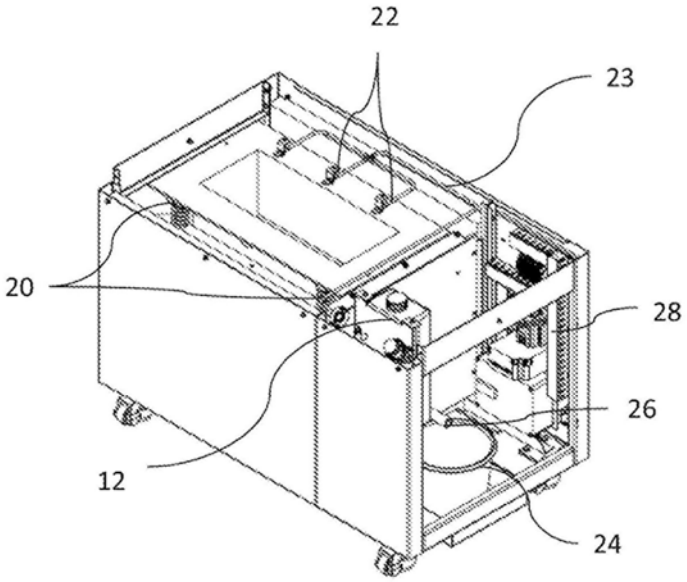


FIG.3

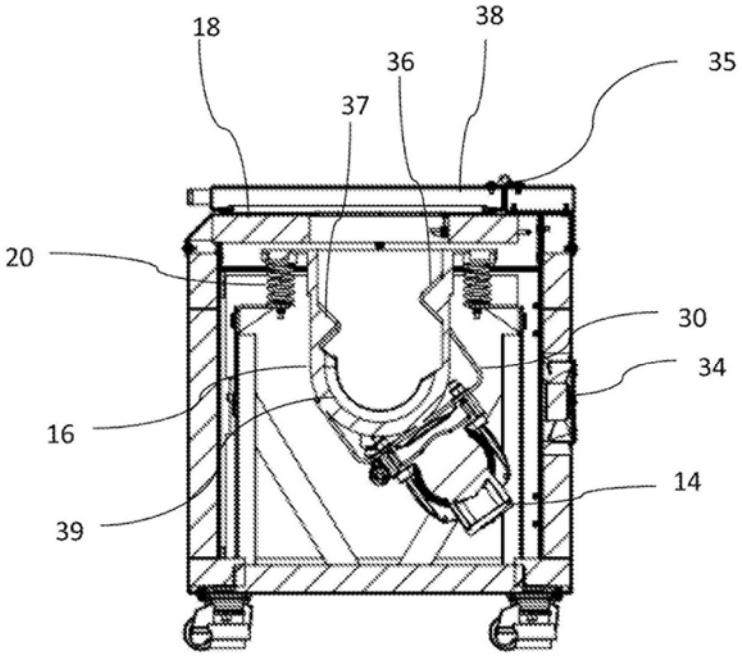


FIG.4

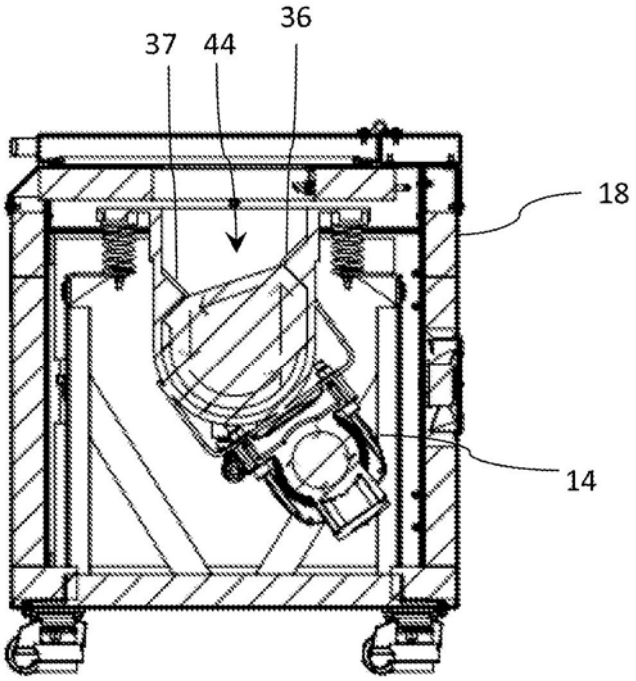


FIG.5

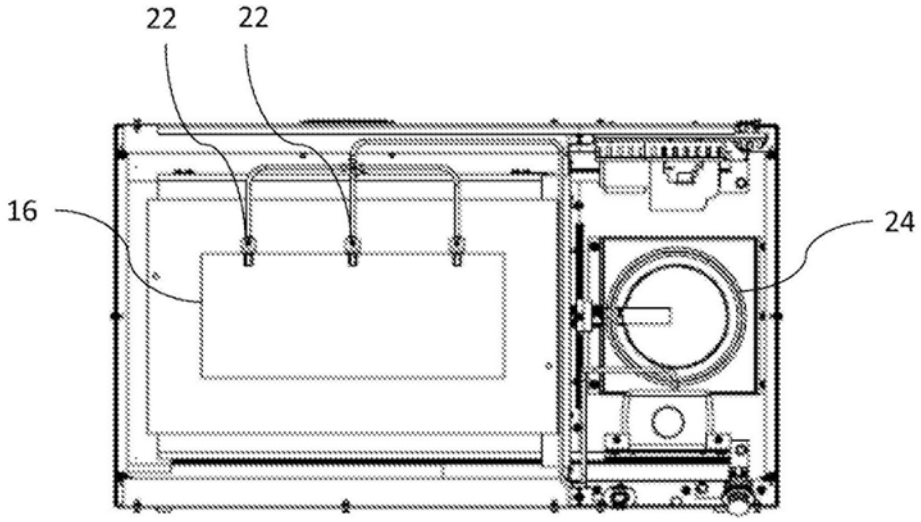


FIG.6

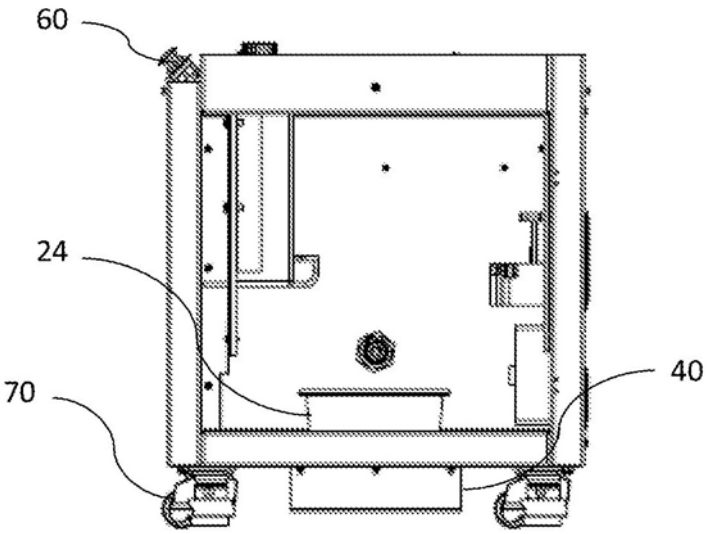


FIG.7

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201890087

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 30.06.2017

(32) Fecha de prioridad: **30-06-2017**
**30-06-2016**
**30-06-2017**

# INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

| **Categoría** | (56) **Documentos citados** | **Reivindicaciones afectadas** |
|---|---|---|
| X | US 2009321972 A1 (ZINNIEL ROBERT L) 31/12/2009,<br>Descripción: pár. 12-21; Figura 1 | 1-27 |
| A | CA 2952633 A1 (VELO3D INC) 23/12/2015,<br>Descripción: pár. 300 | 1, 11 |
| A | US 2005173838 A1 (PRIEDEMAN WILLIAM R JR et al.) 11/08/2005,<br>Todo el documento. | 1-27 |
| A | US 6270398 B1 (LIAO LU-JUNG) 07/08/2001,<br>Todo el documento. | 1-27 |

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**
☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

| **Fecha de realización del informe** | **Examinador** | **Página** |
|---|---|---|
| 29.05.2019 | M. Muñoz Sanchez | 1/2 |

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

***B29C71/00*** (2006.01)
***B29C64/188*** (2017.01)
***G05B19/00*** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B29C, G06T, G05B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC,WPI