(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) PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN B2

(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 PCT/US2017/040275

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

11.09.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

30.07.2020

Fecha de concesión:

25.11.2020

(45) Fecha de publicación de la concesión:

02.12.2020

(73) Titular/es:

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 IGUALACIÓN 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.

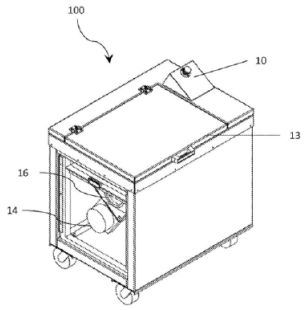

FIG.1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 724 500 B2

DESCRIPCIÓN

Aparato de igualación de superficie

REFERENCIA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica el beneficio de una solicitud provisional nº 62/356.751 presentada el 30 de junio de 2016.

La presente solicitud reivindica el beneficio de una solicitud provisional nº 15/638,898 presentada el 30 junio de 2017.

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 para ecualizar una superficie de una parte impresa en 3D, que comprende:

suministrar un tanque que tiene superficies interiores y exteriores;
colocar el medio en el tanque, teniendo el medio un medio sólido;

en el que el tanque está conectado operativamente a un motor y con uno o más resortes posicionados a una altura por encima de un metacentro del tanque y motor combinados cuando el tanque contiene el medio;

operar el motor para generar movimiento en una dirección z, y de ese modo hacer que el medio fluya de manera giratoria dentro del tanque;
colocar una parte impresa en 3D en el medio;
dirigir el flujo de rotación del medio en el tanque lejos de algunas de las superficies interiores del tanque para guiar así la parte impresa en 3D suspendida en el medio lejos de las superficies interiores del tanque;
proporcionar dos o más nervaduras de guía que transcurren a lo largo de al menos una porción de la superficie interior del tanque, estando las nervaduras de guía separadas a intervalos longitudinalmente a lo largo de la superficie interior del tanque para guiar el medio y guiar así la parte impresa en 3D lejos de la superficie interna del tanque y suspender la parte impresa en 3D en el medio;
situar una primera derivación cerca del borde de escape de la superficie del medio y una segunda derivación cerca de un borde de entrada de la superficie del medio para mejorar el flujo de rotación del medio, en el que la primera derivación se encuentra a una elevación mayor que la segunda derivación; y
permitir que el medio iguale la superficie de la parte impresa en 3D.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la parte impresa en 3D permanece sustancialmente sumergida dentro del medio mientras la parte impresa en 3D está en el medio fluido.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el medio tiene además medio líquido y el procedimiento comprende además la pulverización del medio líquido en el tanque periódicamente mientras el medio sólido gira en el tanque.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además medir una amplitud del movimiento del tanque y ajustar la amplitud, en el que el ajuste comprende ajustar una frecuencia.

5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el movimiento del tanque es causado por la fuerza aplicada por el motor, y el movimiento tiene una frecuencia.

6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que la relación entre el peso en libras de medio contenido en el tanque y la fuerza del motor en unidades de libras de fuerza está en el intervalo de 4:1 a 7:1.

7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el tanque se mueve verticalmente hacia arriba y hacia abajo una distancia en el intervalo de 0,5 mm a 4 mm.

8. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el tanque se mueve verticalmente hacia arriba y hacia abajo una distancia en el intervalo entre 1 mm y 3 mm.

9. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el motor funciona de manera ajustable en un intervalo de 1200 RPM a 3600 RPM.

10. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que una velocidad del motor se puede ajustar para modificar una velocidad a la que la parte impresa en 3D se mueve a lo largo de una trayectoria generalmente circular.

11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la velocidad del motor se puede seleccionar para hacer que la parte impresa en 3D se mueva en una revolución completa de la trayectoria circular entre 4 y 180 segundos.

12. Un aparato para el acabado de superficies de una parte impresa en 3D, que comprende:

un marco;

un tanque para contener medio, teniendo el tanque un primer lado, un segundo lado y una porción inferior que tiene una forma semicircular;

un motor excéntrico montado directa o indirectamente en una superficie externa del tanque, en o cerca de la porción inferior en una ubicación desplazada con respecto a una línea central vertical del tanque;

dos o más nervaduras de guía que transcurren a lo largo de al menos una porción de una superficie interna del tanque, estando las nervaduras de guía separadas a intervalos longitudinalmente a lo largo de la superficie interna del tanque;

uno o más resortes montados en el marco a una altura por encima de un metacentro de la combinación de tanque y motor excéntrico cuando el tanque contiene el medio, en el que el tanque está conectado operativamente con uno o más resortes; y

una primera derivación colocada en una porción superior del primer lado y una segunda derivación colocada en una porción superior del segundo lado, en el que cada una de la primera y segunda derivaciones tiene un lado inferior, y el lado inferior de la segunda derivación se coloca en una elevación que es mayor que el lado inferior de la primera derivación.

13. El aparato según la reivindicación 12, que comprende además pulverizadores dirigidos hacia una abertura en el tanque para rociar medio líquido en el tanque mientras el motor está funcionando.

14. El aparato según la reivindicación 12, en el que el medio tiene una densidad dentro de un intervalo entre aproximadamente 320 kg/m3 (20 lb/pie3) y 1.442 kg/m3 (90 lb/pie3).

15. El aparato según la reivindicación 12, en el que el medio es un lecho fluido.

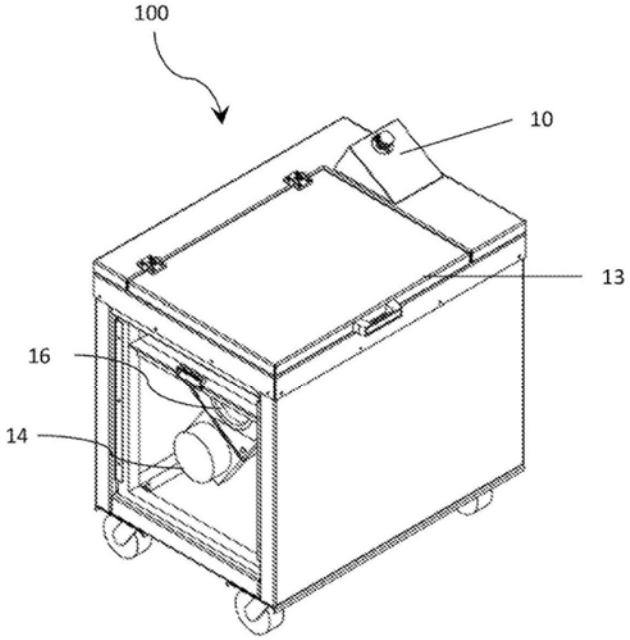

FIG.1

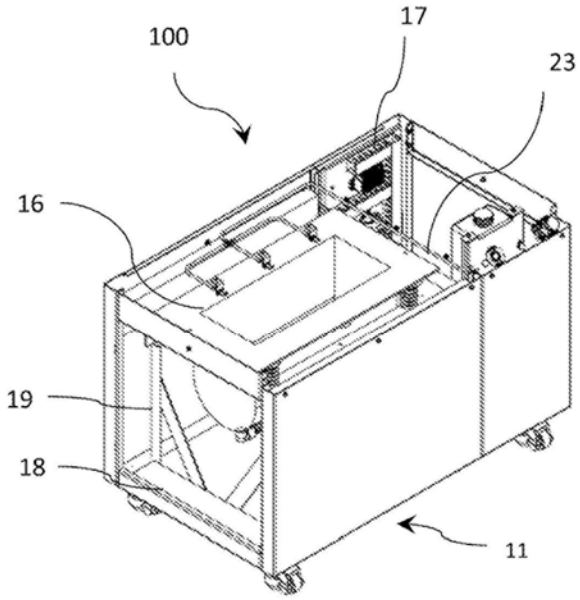

FIG.2

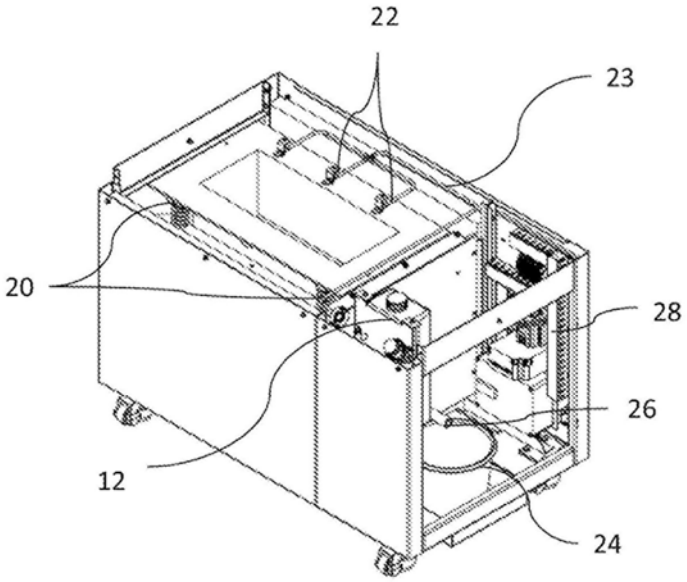

FIG.3

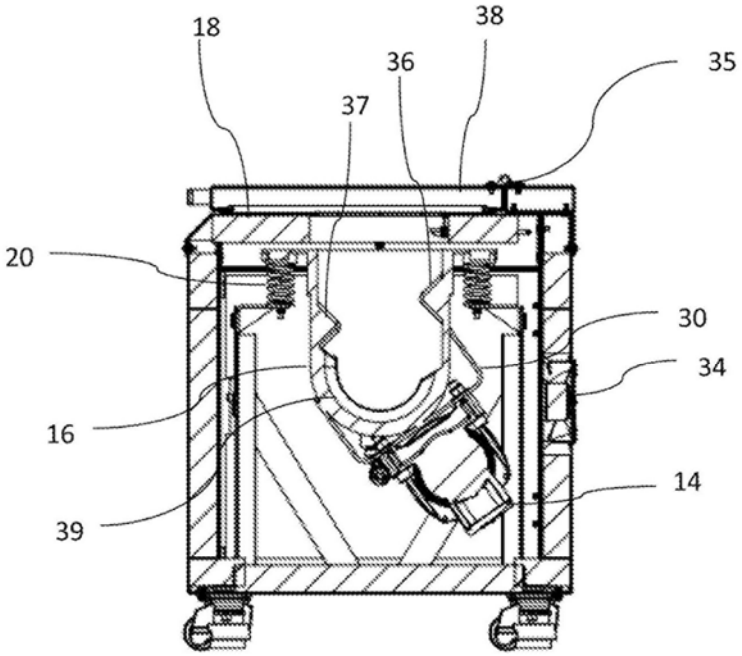

FIG.4

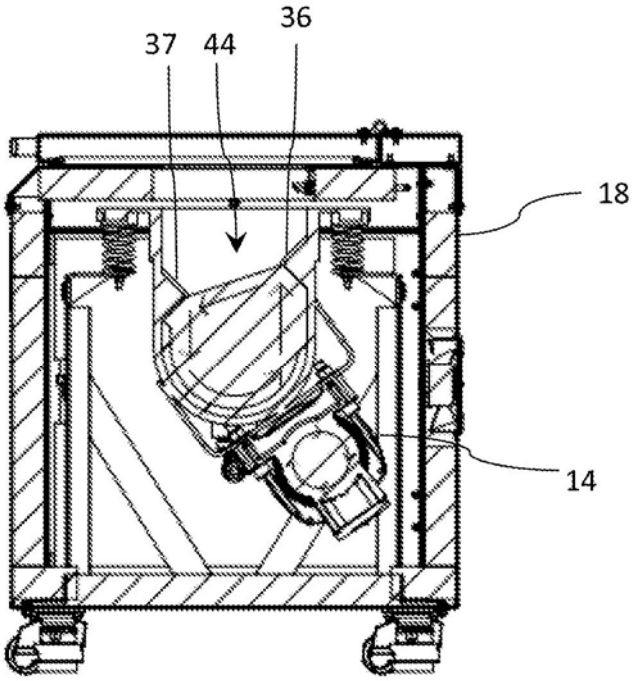

FIG.5

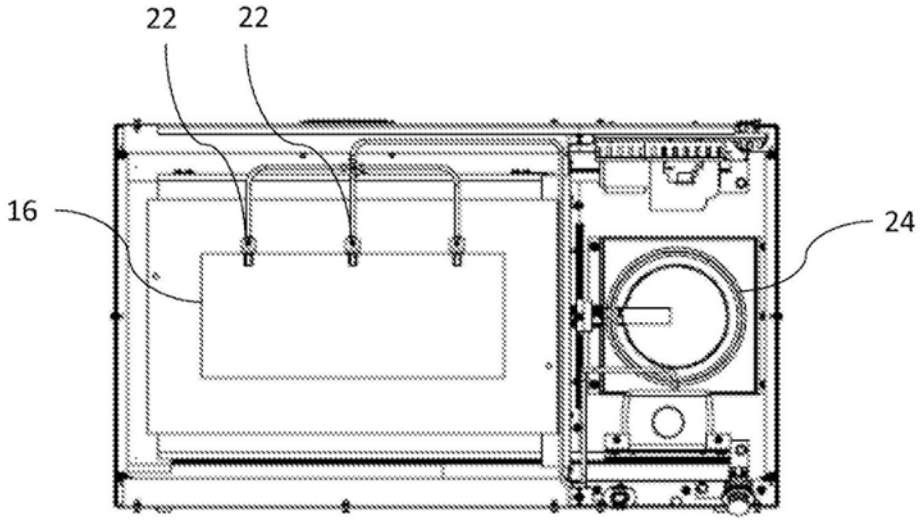

FIG.6

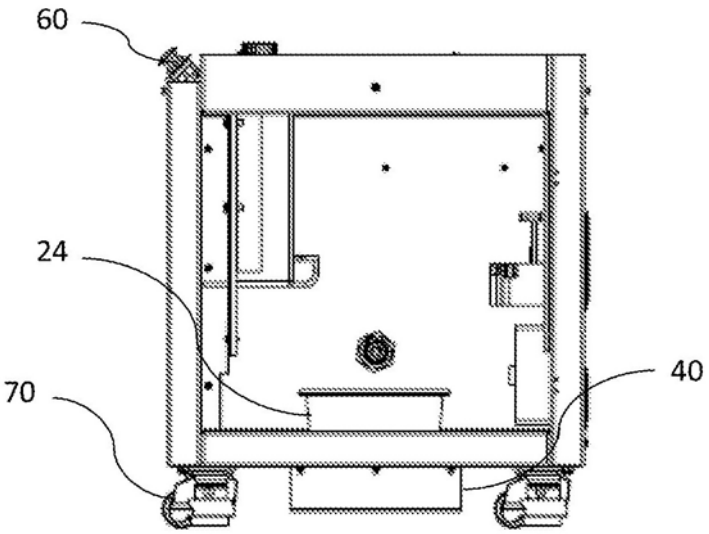

FIG.7