



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 314 580**

51 Int. Cl.:  
**B29C 67/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05112301 .6**

96 Fecha de presentación : **16.12.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1674243**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.06.2006**

54 Título: **Procedimiento para la impresión de modelos tridimensionales.**

30 Prioridad: **27.12.2004 US 20194**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.03.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.03.2009**

73 Titular/es: **Objet Geometries Ltd.**  
**P.O. Box 2496**  
**Rehovot 76124, IL**

72 Inventor/es: **Kritchman, Eliahu M. y**  
**Gothait, Hanan**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 314 580 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

Procedimiento para la impresión de modelos tridimensionales.

### 5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a modelado tridimensional (3-D) en general y en particular a un método para el control del grosor de las capas impresas.

### 10 **Antecedentes de la invención**

15 La impresión 3-D es un procedimiento utilizado para la construcción de modelos u objetos 3-D, que se puede implementar construyendo partes de un objeto en forma de capas. La impresión 3-D es relativamente rápida y flexible permitiendo la producción de piezas y herramientas de prototipo, por ejemplo, directamente a partir de un modelo CAD u otros datos.

20 La impresión 3-D puede posibilitar a los usuarios o fabricantes el obtener modelos 3-D completos de una propuesta de producto antes de iniciar la adquisición del utillaje, posiblemente reduciendo de este modo de forma sustancial el coste del utillaje y conduciendo ello a una mejor sincronización entre el diseño y la fabricación. También se pueden obtener menores costes de producto y mejor calidad en el mismo.

25 Se han desarrollado diferentes sistemas para impresión 3-D por ordenador. Los sistemas conocidos comprenden un sistema que funciona en base a estereo-litografía en la que un rayo láser ultravioleta enfocado es escaneado sobre la parte superior de un baño de un material plástico polímero líquido fotopolimerizable. La superficie del baño es polimerizada al establecer contacto con el láser, creando una capa plástica sólida en la superficie o justamente por debajo de la misma.

30 Un sistema proporciona una técnica para conseguir piezas constituidas por capas al depositar una capa de material en polvo y depositar a continuación un material aglomerante en zonas seleccionadas para producir una capa de material en polvo aglomerado en zonas seleccionadas. Estas etapas son repetidas para capas sucesivas para conseguir el componente deseado. Después del tratamiento por chorro de aire, se elimina el material en polvo no aglomerado, dejando la pieza fabricada.

35 Un sistema prevé un aparato y método para la impresión de un modelo 3-D incluyendo un dispensador que comprende un cabezal de impresión que tiene una serie de toberas para dispensar selectivamente el material de interfaz en capas y un aparato de curado para el curado opcional de cada una de las capas depositadas. De modo general, el material de interfaz puede incluir el material o materiales utilizados para construir un objeto incluyendo un material de construcción que forma el objeto y material de soporte que soporta el objeto mientras este es construido. En este sistema la profundidad de cada una de las capas depositadas puede ser controlable al ajustar selectivamente la salida de cada uno de los conjuntos de toberas.

45 Es conocido por el documento WO 01/53105 el disponer un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 para la impresión de un modelo tridimensional en el que se efectúa la dispensación de una cantidad predeterminada de material de interfaz desde uno o varios cabezales de impresión, para formar como mínimo una capa de interfaz, el material de interfaz dispensado es nivelado hasta una altura predeterminada y a continuación es sometido a curado y se repiten las etapas de dispensado, nivelado y curado. Un rodillo puede ser utilizado para controlar la altura de las capas de interfaz y para eliminar el material sobrante de una capa antes del curado.

### 50 **Características de la invención**

Algunas realizaciones de la presente invención dan a conocer métodos para la impresión de modelos tridimensionales capa a capa y para controlar el grosor de las capas de material de interfaz formando los modelos 3-D objeto de impresión.

55 De acuerdo con una realización a título de ejemplo de la presente invención, se da a conocer un método para la impresión de un modelo tridimensional que comprende, por ejemplo, la dispensación del material como mínimo desde un cabezal de impresión para formar una capa de un objeto y alterando el grosor de la capa dispensada hasta un valor predeterminado. El grosor puede ser alterado por ejemplo mediante un rodillo. Dado que el rodillo puede inducir una fuerza de cizalladura y la correspondiente acción sobre la capa dispensada, se podrá hacer referencia en esta descripción como rodillo de cizalladura o corte por cizalladura. Se puede disponer un limpiador o rascador para eliminar material del rodillo. La velocidad, dirección y/u otros aspectos del rodillo pueden ser controlados.

60 El método puede ser llevado a cabo mediante un aparato para la impresión tridimensional de un modelo tridimensional. El aparato puede incluir, por ejemplo, como mínimo un cabezal de impresión para dispensar material de interfaz para formar como mínimo una capa del objeto, un aparato para el endurecimiento o curado destinado a efectuar el endurecido o curado del material de interfaz, un controlador del proceso y un aparato corrector del objeto, incluyendo el aparato corrector del objeto un rodillo adaptado para modificar el grosor de un material dispensado hasta un valor predeterminado. En algunas realizaciones el rodillo puede ser calentado y/o refrigerado.

## ES 2 314 580 T3

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se da a conocer un método para la impresión de un modelo tridimensional que comprende la utilización de un aparato corrector de objeto, incluyendo el aparato corrector del objeto un mecanismo rascador para eliminar material en exceso del aparato corrector del objeto.

5 De acuerdo con realizaciones adicionales de la presente invención, se da a conocer un método para la impresión de un modelo tridimensional que incluye la utilización de un aparato corrector del objeto, incluyendo el aparato corrector del objeto un mecanismo de paro del aparato adaptado para detectar posibles colisiones de una parte del aparato de impresión con material de la mesa de impresión o cualquier superficie superior de la celda de impresión por debajo del cabezal de impresión y terminar el funcionamiento del aparato cuando se ha determinado una colisión  
10 anticipada.

De acuerdo con realizaciones adicionales de la presente invención, se da a conocer un método para la impresión de un modelo tridimensional que comprende la utilización de un aparato de curado para efectuar el curado del material en exceso, posiblemente antes de la eliminación del material del aparato de impresión.

15 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se da a conocer un método para la impresión de un modelo tridimensional que comprende la dispensación de material desde un cabezal de impresión para formar una capa del objeto; y modificar el grosor del material dispensado hasta un valor predeterminado utilizando un aparato corrector de objeto, incluyendo el aparato un rodillo que puede funcionar haciendo contacto con la capa para eliminar  
20 el material en exceso de dicha capa durante el movimiento relativo entre el rodillo y el objeto, por rotación en una dirección de manera tal que la parte del rodillo en contacto con el objeto se desplaza en dirección opuesta o contraria a la del movimiento del objeto con respecto al rodillo.

En un ejemplo el método de impresión comprende la rotación del rodillo a una velocidad seleccionada. En un ejemplo el método de impresión comprende la rotación del rodillo en una dirección seleccionada.

En un ejemplo el método de impresión comprende el movimiento relativo del rodillo en una dirección X a lo largo de la superficie del material dispensado de manera tal que la velocidad lineal de la superficie del rodillo está comprendida entre 1 y 20 multiplicada por el movimiento relativo X entre el aparato de impresión y el objeto que se  
30 está construyendo.

En un ejemplo el método de impresión comprende el calentamiento del rodillo. En un ejemplo el método de impresión comprende la refrigeración del rodillo. En un ejemplo el método de impresión comprende la eliminación del material en exceso de la superficie del rodillo. En un ejemplo el método de impresión comprende el raspado del  
35 material en exceso desde la superficie del rodillo utilizando un mecanismo rascador.

En un ejemplo el método de impresión incluye la transferencia del material en exceso a un aparato de eliminación de desperdicios. En un ejemplo el método de impresión comprende el endurecimiento del material en exceso. En un ejemplo el rodillo tiene una superficie porosa. En un ejemplo el método de impresión comprende la impregnación del  
40 rodillo con un material lubricante.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el método puede utilizar un aparato de impresión para posibilitar la impresión de un objeto tridimensional; y un aparato corrector del objeto adaptado para modificar el grosor del material dispensado a un valor predeterminado, incluyendo el aparato corrector del objeto un rodillo  
45 adaptado para desplazarse en una primera dirección y para girar en una dirección opuesta o contraria a la primera dirección.

En un ejemplo el rodillo está adaptado para su rotación a una velocidad seleccionada. En un ejemplo el rodillo está adaptado para su rotación en una dirección seleccionada.

50 En un ejemplo el rodillo está adaptado para su paso sobre una superficie del objeto en una primera dirección mientras se hace girar el rodillo de manera tal que la parte del rodillo en contacto con la superficie se desplaza en una dirección opuesta o contraria a la primera dirección.

55 En un ejemplo el rodillo está adaptado para eliminar material en exceso de una capa del objeto a un nivel de acabado seleccionada. En un ejemplo el aparato de impresión comprende una unidad de limpieza para eliminar el material en exceso del rodillo.

60 En un ejemplo la unidad de limpieza comprende un cilindro de aluminio con una superficie exterior analizada. En un ejemplo la unidad de limpieza es seleccionada entre el grupo que consiste en una pala, cuchilla, rodillo y un cepillo. En un ejemplo la unidad de limpieza comprende una o varias paredes inclinadas y un mecanismo de drenaje.

En un ejemplo el rodillo debe girar a una velocidad distinta de la velocidad a la que giraría el rodillo si girara de modo natural a lo largo de la superficie del objeto. En un ejemplo el rodillo tiene una superficie operativa suave. En  
65 un ejemplo el rodillo tiene una superficie porosa.

En un ejemplo el aparato de impresión comprende el acoplamiento del rodillo a un mecanismo de calentamiento. En un ejemplo el aparato de impresión comprende el acoplamiento del rodillo a un mecanismo de refrigeración. En un

## ES 2 314 580 T3

ejemplo el aparato de impresión comprende un material lubricante. En un ejemplo el rodillo comprende uno o varios materiales abrasivos.

5 En un ejemplo el aparato de impresión comprende un aparato detector o sensor para determinar si una capa de un objeto impreso supera unas dimensiones predeterminadas. En un ejemplo el aparato de impresión comprende un aparato sensor para determinar si ha tenido lugar una colisión del aparato de impresión y del objeto que es objeto de impresión.

10 En un ejemplo el aparato de impresión comprende un sensor de aceleración. En un ejemplo el aparato de impresión comprende un mecanismo de paro del aparato para detectar posibles colisiones por lo menos en parte del aparato de impresión y para interrumpir el funcionamiento del aparato cuando se ha detectado una colisión.

15 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se da a conocer un método para la impresión de un modelo tridimensional que comprende la dispensación de material de un cabezal de impresión y detectar una colisión del cabezal de impresión con el material que sobresale por encima del nivel operativo del rodillo.

20 En un ejemplo el método de impresión comprende la detección de una colisión utilizando un dispositivo detector de aceleración. En un ejemplo el método de impresión comprende el interrumpir el funcionamiento del cabezal de impresión cuando se ha detectado una colisión.

25 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el método puede utilizar un cabezal de impresión para dispensar material a efectos de formar un objeto tridimensional; un mecanismo detector de colisión para detectar posibles colisiones del cabezal de impresión con el objeto; y un mecanismo para detener el aparato de impresión, a efectos de interrumpir el funcionamiento del aparato cuando se detecta una colisión.

30 En un ejemplo el aparato de impresión comprende un mecanismo sensor para determinar si una capa del material dispensado excede una dimensión predeterminada. En un ejemplo el mecanismo sensor es seleccionado de un grupo que consiste en dispositivos sensores de audio, dispositivos sensores ópticos y dispositivos sensores táctiles.

35 De acuerdo con realizaciones de la presente invención, el método puede utilizar un cabezal de impresión, un aparato nivelador para eliminar material en exceso; y un aparato de curado para efectuar el curado del material en exceso.

40 En un ejemplo el cabezal de impresión dispensa material de construcción para formar capas del objeto, comprendiendo la impresora un segundo aparato de curado para el curado del material de construcción.

45 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el método puede utilizar un cabezal de impresión para dispensar material; un rodillo para retirar el material en exceso de una capa de un objeto dispensado por el cabezal de impresión y un rascador para eliminar material en exceso del rodillo, comprendiendo el rascador una guía orientada para dirigir el material que discurre a lo largo del rascador.

50 En un ejemplo la guía comprende un conjunto de paredes que se extienden desde la superficie del rascador. En un ejemplo el aparato de impresión incluye paredes que son flexibles. En un ejemplo el aparato de impresión comprende paredes utilizadas a base de goma de silicona. En un ejemplo el aparato de impresión comprende un contenedor para almacenar el material eliminado. En un ejemplo el rodillo está destinado a nivelar el objeto que se está imprimiendo.

55 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el método puede utilizar un aparato de impresión para posibilitar la impresión de un objeto tridimensional; y un rodillo que comprende un mecanismo de refrigeración. En un ejemplo el aparato de impresión comprende una camisa de refrigeración que rodea el rodillo, incluyendo la camisa de refrigeración un líquido de refrigeración. En un ejemplo el aparato de impresión comprende tubos de radiador y un ventilador de refrigeración acoplado al rodillo.

60 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se da a conocer un método para la impresión de un modelo tridimensional que comprende la dispensación de material desde un cabezal de impresión para formar una capa del objeto; la refrigeración del mecanismo de rodillo a utilizar para modificar el grosor del material dispensado; determinar si la capa supera un umbral de grosor seleccionado; y modificar el material dispensado hasta un valor predeterminado.

65 En un ejemplo la refrigeración se posibilita por la utilización de una camisa de refrigeración acoplada a un rodillo incluyendo la camisa de refrigeración líquido de refrigeración. En un ejemplo la refrigeración se posibilita con la utilización de tubos de radiador y un ventilador de refrigeración.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el método puede utilizar un aparato de impresión para posibilitar la impresión de un objeto tridimensional; y un aparato corrector del objeto adaptado para modificar el grosor del material dispensado hasta un valor predeterminado incluyendo el aparato corrector del objeto un rodillo, estando adaptado el rodillo para refrigerar como mínimo una capa superior del material dispensado.

## ES 2 314 580 T3

En un ejemplo el aparato de impresión comprende una camisa de refrigeración que rodea el rodillo, incluyendo la camisa de refrigeración un líquido de refrigeración. En un ejemplo el aparato de impresión comprende tubos de radiador y un ventilador de refrigeración.

5 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, se da a conocer un método para la impresión de un modelo tridimensional que incluye la dispensación de material desde un cabezal de impresión para formar una capa del objeto; refrigerar como mínimo la capa superior del material dispensado; determinar si la capa superior supera un umbral de grosor seleccionado; y modificar el material dispensado hasta un valor predeterminado.

10 En un ejemplo la refrigeración queda posibilitada por la utilización de una camisa de refrigeración acoplada a un rodillo, incluyendo la camisa de refrigeración un líquido de refrigeración. En un ejemplo la refrigeración se constituye mediante tubos de radiador y un ventilador de refrigeración.

15 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el método puede utilizar un aparato de impresión para posibilitar la impresión de un objeto tridimensional; y un aparato corrector del objeto adaptado para modificar el grosor del material dispensado hasta un valor determinado, incluyendo el aparato corrector del objeto un rodillo de presión capacitado para proporcionar la presión descendente sobre el material dispensado.

20 En un ejemplo el rodillo incluye como mínimo un núcleo metálico. En un ejemplo el rodillo comprende como mínimo una superficie de goma de silicona. En un ejemplo el aparato de impresión comprende un rodillo de cizalladura.

### Breve descripción de los dibujos

25 La presente invención se comprenderá y se apreciará de manera más completa a partir de la siguiente descripción detallada en relación con los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 es una ilustración esquemática de un aparato de impresión 3-D construido y con capacidad de funcionar de acuerdo con una realización de la presente invención;

30 La figura 2A es una vista esquemática de un aparato corrector del objeto que se puede utilizar con el aparato de impresión de la figura 1;

35 La figura 2B es una vista esquemática adicional de un aparato corrector del objeto que se puede utilizar con el aparato de impresión de la figura 1;

La figura 3A es una ilustración esquemática de una capa tratada de acuerdo con una realización de la presente invención;

40 La figura 3B es una representación gráfica de una señal de salida generada por el aparato corrector del objeto de la figura 2;

45 La figura 4 es una ilustración esquemática de una unidad de rodillo y de limpieza que comprende un rodillo limpiador (o rascador) con paredes de guiado del material, cubeta y tubo de recogida, de acuerdo con una realización de la presente invención;

Las figuras 5A y 5B son ilustraciones esquemáticas de un rodillo, unidad de limpieza y recubrimientos protectores fijados a la unidad de limpieza, de acuerdo con una realización de la presente invención;

50 La figura 6 es un diagrama de flujo que describe un método de construcción de un objeto 3-D de acuerdo con una realización de la presente invención;

La figura 7A es una ilustración esquemática de un rodillo refrigerado de acuerdo con una realización de la presente invención;

55 La figura 7B es una ilustración de un sistema de refrigeración por aire de acuerdo con una realización de la presente invención;

60 Las figuras 8A y 8B son ilustraciones esquemáticas de un rodillo de presión en un aparato de impresión 3-D de acuerdo con una realización de la presente invención; y

Las figuras 9A y 9B son ilustraciones esquemáticas de rodillos de presión y de cizalladura en un aparato de impresión 3-D de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

### Descripción detallada de la presente invención

65 La siguiente descripción tiene como objeto posibilitar a un técnico ordinario en la materia para que pueda realizar y utilizar la invención tal como se prevé en el contexto de una aplicación específica y sus requerimientos. Diferentes modificaciones de las realizaciones descritas quedarán evidentes para los técnicos en la materia y los principios gene-

## ES 2 314 580 T3

rales definidos en esta descripción pueden ser aplicados a otras realizaciones. Por lo tanto, la presente invención no está destinada a quedar limitada a las realizaciones específicas que se han mostrado y descrito, sino que tiene que recibir el alcance más amplio coherente con los principios y características nuevas que se dan a conocer. En otros casos, métodos, procedimientos y componentes bien conocidos no han sido descritos en detalle a efectos de no dificultar la comprensión de la presente invención.

Se hará referencia a la figura 1, que muestra una ilustración esquemática de un sistema o aparato de impresión 3D indicando de manera general con el numeral (100) construido y con capacidad de funcionamiento de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. El aparato de impresión (100) puede comprender elementos que pueden ser operativos para la construcción o impresión de un objeto tridimensional 3D. Uno o varios elementos del aparato de impresión 3D (100) pueden ser similares al aparato de impresión 3D que se describe en una realización de la patente US nº 6.259.962 titulada "Apparatus and method for three dimensional model printing" (Aparato y método para impresión de un modelo tridimensional) presentado en 3 de mayo de 1999, patente US nº 6.658.314 titulada "System and method for three dimensional model printing" (Sistema y método para impresión de un modelo tridimensional) presentada en 6 de octubre de 1999 y la patente US nº 6.569.373 titulada "Compositions and method for use in three dimensional model printing" (Composiciones y métodos para su utilización en la impresión de un modelo tridimensional), presentada en 12 de marzo de 2001, todas ellas de los mismo titulares e incorporadas al actual a título de referencia. El aparato de impresión (100) puede adoptar otras formas y puede tener otros conjuntos de componentes.

El aparato de impresión 3D (100) puede comprender uno o varios cabezales de impresión (105) teniendo cada uno de los cabezales de impresión una o varias toberas de chorros de tinta (110). Las toberas de chorros de tinta (110) pueden emitir o enviar chorros de como mínimo un tipo de material, por ejemplo, materiales de interfaz tales como un material de construcción y/o de soporte (115) u otros materiales. Un objeto (120) 3D puede ser construido o compuesto de manera típica a base de capas. En una realización, la profundidad de cada capa es controlable al ajustar selectivamente la salida de las toberas de los chorros de tinta (110). Este control no es necesario que sea incluido.

El aparato de impresión 3D (100) puede comprender un aparato de endurecimiento o curado (125) para el curado o endurecido de uno o varios de los materiales (115) procedentes de las toberas (110). El aparato de curado puede comprender, por ejemplo, una fuente de radiación electromagnética (E.M), por ejemplo, radiación ultravioleta, visible o de infrarrojos o de haz de electrones (E.B), etc. Se pueden utilizar otros métodos de curado, por ejemplo, utilizando sustancias añadidas, cambiando la temperatura y facilitando otros tipos de radiación, etc. En una realización el aparato de curado (125) puede incluir una primera unidad de curado o de endurecimiento para el curado del primer material de interfaz; y una segunda unidad de endurecimiento o curado para el curado del segundo material de interfaz. No es indispensable utilizar este curado separado. Se puede utilizar otra serie de unidades de curado. Además, tal como se ha descrito, el aparato de curado o de endurecido puede efectuar también el curado o endurecido de materiales de desperdicio o sobrantes eliminados del objeto que se construye; de manera alternativa, se puede utilizar un aparato separado de curado o endurecimiento.

El material de interfaz (115) puede ser un material fotopolímero curable por la aplicación de radiación electromagnética (E.M). Un ejemplo de este material es un material fotopolímero basado en compuesto de acrilato que tienden a polimerizar cuando reciben una radiación (E.M). El material (115) puede ser construido de manera adicional o alternativa a partir de otros materiales adecuados. Un ejemplo de un material alternativo es la cera. En el caso de la cera, el endurecimiento puede ser llevado a cabo por reducción de la temperatura del material después de haber sido dispensado. La temperatura de la cera en el cabezal de impresión puede encontrarse por encima del punto de fusión de la cera mientras que la temperatura de la capa refrigerada puede encontrarse por debajo del punto de fusión. De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, el material (115) puede comprender un primer y segundo material de construcción, por ejemplo, un primer y un segundo material de interfaz dispensado desde un primer y segundo cabezales de impresión respectivamente. Se puede utilizar cualquier cantidad adecuada de cabezales de impresión y/o de tipos de materiales de interfaz.

El aparato de impresión (100) puede comprender además como mínimo un dispensador de material (130) y un controlador de proceso (155). El controlador de proceso (155) puede ser acoplado a un sistema (135) de Diseño Asistido por Ordenador (CAD) u otro sistema de impresión de datos y se puede asociar con la unidad de curado (125) y el cabezal de impresión (105). El controlador (155) puede ser distribuido entre una serie de componentes y puede comprender o puede quedar incorporado, por ejemplo en un procesador, un microprocesador, una estación de trabajo, un ordenador personal, etc.

El dispensador (130) puede comprender como mínimo un material de interfaz (115) y puede estar conectado de manera apropiada al cabezal de impresión (105) para dispensar materiales de construcción soporte, y/u otros materiales adecuados al cabezal de impresión (105). El objeto 3D (120) puede quedar constituido sobre una superficie de soporte o bandeja (140) que puede ser desplazable como mínimo en el eje Z. Cuando se utiliza en esta descripción, de manera general, el eje Z se refiere a una dirección perpendicular al plano de construcción, por ejemplo vertical y las direcciones X e Y definen de manera general el plano de construcción. Por ejemplo, la dirección X puede ser la dirección relativa en la que los cabezales de dispensación y el aparato corrector del objeto (150) se desplazan con respecto al objeto (120) construido durante la dispensación del material. Por ejemplo, Y puede ser la dirección de indexado en la que el movimiento de la dirección Y puede estar acompañado o no por dispensación de material. No obstante, las direcciones X, Y y Z son términos relativos; en otras realizaciones estos ejes se pueden intercambiar. El término "movimiento relativo" tal como se utiliza en esta descripción puede indicar que se lleva a cabo un movimiento relativo entre el

## ES 2 314 580 T3

cabezal (105) y el objeto (120) con independencia de si los cabezales del objeto se desplazan o se desplazan a ambos con respecto a la estructura externa de la máquina.

El aparato de impresión (100) puede comprender un mecanismo de control de altura o posicionador de impresión (145), para posibilitar el control del posicionado relativo, (por ejemplo localizaciones X, Y, y Z) del cabezal de impresión (105) y/o de la superficie de soporte (140). El posicionador de impresión (145) puede incluir, por ejemplo, motores o servo mecanismos. Por ejemplo, el posicionador de impresión (145) puede ser ajustado siguiendo el depósito de cada capa de un objeto que está siendo construido, para posibilitar en control de la altura de dicho objeto en construcción.

El aparato de impresión (100) puede comprender un aparato (150) corrector del objeto para ajustar, conformar o controlar de otro modo el grosor de las capas dispensadas. El aparato (150) corrector del objeto puede comprender, por ejemplo, un rodillo rotativo.

A continuación se hará referencia a la figura 2A, que es una vista en alzado esquemática del aparato (150) corrector del objeto, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. El aparato (150) corrector del objeto puede comprender un rodillo (200) rotativo alrededor de un eje (205). El rodillo (200) puede funcionar a velocidades de rotación y/o direcciones seleccionadas. El rodillo (200) puede ser conectado a un motor adecuado (no mostrado), por ejemplo un motor paso a paso, un motor de corriente continua u otro motor adecuado, posiblemente con intermedio de engranajes, tren de impulsión, etc. y se puede acoplar a un controlador de procesos (155). El rodillo (200) puede funcionar para establecer contacto con una capa (210) del objeto que se está construyendo, por ejemplo una capa de soporte o capa de construcción y para eliminar material de desperdicio o exceso (217). El nivel deseado de acabado o terminación de la capa (210) se ha mostrado en la línea de trazo (215). Se observará que la referencia a la capa (210) no queda restringida a una capa única sino que puede comprender una o varias capas (por ejemplo tres capas). En algunas realizaciones, el aparato (150) corrector del objeto podrá corregir varias capas de una vez; por ejemplo, cada tercera capa. Una capa única se ha mostrado en la capa de interfaz (210) a efectos de mayor claridad. Por ejemplo, el material de interfaz que sobresale más allá de una altura seleccionada (por ejemplo la línea 215) se puede eliminar de la capa (210) por un rodillo (200). El espacio relativo entre la parte alta de la construcción (120) y el rodillo (200) se puede ajustar a cualquier nivel predeterminado para eliminar una cantidad de material sobrante o de desperdicio (217). En algunas realizaciones, se puede pasar de manera regular (por ejemplo para cada capa construida o una de cada dos capas construidas) un aparato de nivelado sobre la superficie del objeto construido a una cierta altura.

Por ejemplo, después de haber dispensado una capa (210) el rodillo (200) puede nivelar, recortar, eliminar o modificar por lo menos partes de la capa o del objeto que se está imprimiendo. En un ejemplo el material en exceso puede ser eliminado de una o varias capas dispensadas al ser conducido sobre el rodillo o encima del mismo. Una superficie de soporte o bandeja (140) que soporta la construcción (120) puede ser desplazada hacia abajo (D) en una proporción predeterminada que es menor o igual al grosor del material dispensado, para posibilitar el depósito de una capa o capas subsiguientes y pudiendo ser modificado opcionalmente por el rodillo (200). A diferencia D-M representa la cantidad de material de interfaz en exceso que tiene que eliminar el rodillo (200). En un ejemplo  $D=16\ \mu$  y  $M=22\ \mu$  y por lo tanto el rodillo (200) puede eliminar  $6\ \mu$ . Se pueden utilizar otros criterios y/u otras dimensiones para realizar la modificación. En una realización alternativa, la bandeja (140) no es móvil, pero el aparato (150) corrector del objeto y el aparato de suministro (y posiblemente endurecimiento) se pueden desplazar. En algunas realizaciones, tanto el movimiento X como el movimiento Y del objeto con respecto al aparato de suministro, curado y control de altura se pueden controlar por medio de la bandeja (140); en otras realizaciones, los movimientos relativos X y/o Y puede ser controlados desplazando el aparato de control de altura de suministro y curado en la dirección X y/o Y y manteniendo la bandeja (140) fijada en la dirección relevante.

El rodillo (200) puede girar alrededor del eje Y que es perpendicular a los ejes X y Z siendo X la dirección principal relativa de escaneado del cabezal de impresión con respecto a la superficie de impresión y Z es la dirección de movimiento relativo del cabezal de impresión de una capa a otra con respecto a la bandeja (140). Se pueden utilizar otras etiquetas para ejes. El cabezal de impresión (105) (figura 1) puede expulsar material con desplazamiento simultáneo en la dirección de exploración principal con respecto a la bandeja (140). El rodillo puede ser obligado a girar en una o varias direcciones seleccionadas. En un ejemplo, el rodillo puede ser obligado a girar en una dirección constante. En otro ejemplo la dirección de rotación puede ser determinada para cada cambio en la dirección X de movimiento del rodillo.

La rotación del rodillo (200) puede tener lugar en dirección contraria, opuesta o inversa con respecto al movimiento relativo del objeto situado por debajo del mismo. Esto significa que la superficie interior del rodillo (200) que se encuentra en contacto con la capa depositada se puede desplazar (como resultado de la rotación) en la dirección opuesta o contraria a la del movimiento del objeto con respecto al rodillo. Por ejemplo si el rodillo (200) se desplaza en la dirección X con respecto al objeto (por ejemplo, la flecha marcada X en la figura 2A) el objeto “se desplaza” con respecto al rodillo (200) en la dirección opuesta -X (por ejemplo, la flecha marcada X' en la figura 2A) y la parte del rodillo en contacto con el objeto se desplaza en una dirección opuesta a X', por ejemplo la dirección X, lo cual es coherente con la dirección de rotación, por ejemplo de acuerdo con la flecha Q de la figura 2A. En otras palabras, la parte del rodillo en contacto con el objeto se puede desplazar en una dirección X con respecto al objeto como resultado del movimiento lineal relativo del rodillo con respecto al movimiento del objeto y de la rotación del rodillo. Esto es opuesto a la dirección de rotación que tendría un objeto tal como un cilindro, rueda, etc., al rodar de modo natural a lo largo de una superficie.

## ES 2 314 580 T3

El rodillo (200) puede comprender una unidad de limpieza (220), por ejemplo, que puede estar dotado de cualquier dispositivo y/o agentes adecuados de limpieza, por ejemplo una pala rascadora, una cuchilla, rodillo, cepillo u otro dispositivo de limpieza adecuado. Por ejemplo, se puede utilizar una pala metálica (219) tal como una pala de acero de  $50 \mu$  u otro mecanismo de limpieza adecuado. En una realización la cuchilla de limpieza (219) puede ser prensada  
5 contra el rodillo (200), por ejemplo, con una inclinación de 5 a  $40^\circ$  entre la cuchilla y la superficie (207) del rodillo; se pueden utilizar otros ángulos adecuados. La unidad de limpieza (220) puede limpiar o retirar por raspado o eliminar de otro modo el material de desperdicio, por ejemplo, material de interfaz en exceso líquido o semilíquido, de la superficie (207) del rodillo y puede transferir el material de desperdicio a través del receptáculo intermedio o conducto del líquido (222) y tubo (224) al contenedor (225) para la eliminación de materiales de desperdicio, por ejemplo un  
10 contenedor, cubeta u otro aparato adecuado. El material de desperdicio puede ser descartado del recipiente intermedio (222) hacia el contenedor de desperdicio (225), por ejemplo, por medio de su drenaje o bombeo. De acuerdo con una realización de la invención, el contenedor de eliminación de desperdicios (225) puede comprender un aparato de endurecimiento o curado (227), por ejemplo una lámpara UV, un dispositivo para producir otro tipo de radiación electromagnética, un aparato de refrigeración del material u otro aparato adecuado. Esto puede posibilitar que el material  
15 de desperdicio sea curado o endurecido antes de su eliminación, por ejemplo para hacer el material de desperdicio inerte y seguro. El aparato de curado (227) puede ser separado del aparato (125) de curado del objeto; no obstante, en algunas realizaciones se puede utilizar la misma unidad. La unidad de limpieza (220) puede ser acoplada al controlado de procesos (155) que puede ayudar al funcionamiento de la unidad de limpieza (220).

El rodillo (200) puede ser accionado para efectuar el pelado de una parte de la última capa o capas dispensadas (217). Tal como se puede apreciar haciendo referencia a la figura 2B, R es la proporción de la velocidad circunferencial del rodillo ( $V_r$ ) con respecto a la velocidad lineal del objeto en comparación con el rodillo ( $V_o$ ). Dado que el rodillo puede ser obligado a girar en una dirección contraria u “opuesta” al movimiento del objeto, el grosor ( $t_d$ ) de la capa de material eliminado que se ha conducido a la superficie del rodillo y se ha fijado a la misma, puede ser igual al  
25 grosor ( $t_p$ ) de la parte de la capa retirada por pelado del objeto dividida por la proporción o relación (R). En términos simbólicos se puede escribir de la manera siguiente:

$$R = V_r/V_o$$

$$t_d = t_p/R.$$

Esta última expresión es una manifestación de conservación de material. Se pueden utilizar otras formulas adecuadas.  
35

A efectos de mantener delgado el “grosor” del material conducido sobre el rodillo (200) se puede disponer la condición  $R > 1$ . Cuando la velocidad de rotación es baja (R próxima a 1) el material en exceso del objeto “detecta” aceleración moderada cuando empieza a fijarse al rodillo y por lo tanto una parte relativamente gruesa de la capa del objeto puede ser separada por pelado por el rodillo. Por otra parte, cuando la velocidad de rotación es elevada ( $R \gg 1$ ) el material separado por pelado puede “detectar” una mayor aceleración y por lo tanto solamente se puede separar por pelado una parte delgada de la capa. Las probabilidades de que el rodillo establezca contacto con partes solidificadas de la capa superior se reducen a una velocidad de rotación baja. La planicidad de la capa superior (217) así como la definición de los bordes superiores del objeto (120) se pueden mejorar como consecuencia de una rotación a alta velocidad. No obstante, a una velocidad de rotación muy elevada, gotas del material pueden escapar de la superficie del rodillo como resultado de la elevada fuerza centrífuga. En una realización se pueden configurar las siguientes limitaciones para la velocidad de rotación del rodillo:  $1 < R < 20$ . Se pueden utilizar otras restricciones para la velocidad. Esto significa que la velocidad angular del rodillo (200) puede ser limitada a una gama de valores en la que la velocidad circunferencial del rodillo (200) se encuentra entre 1 y 20, multiplicado por el movimiento relativo en X entre el objeto (120) que se está construyendo y el rodillo (200). El movimiento relativo X se puede considerar que tiene lugar entre el rodillo (200) como conjunto y el objeto, separado de movimiento rotativo del rodillo (200).  
50

En una realización de la presente invención, el rodillo (200) puede funcionar como “bomba” de líquido. Esto es opuesto a un rodillo tal como un rodillo de pulido, que puede desprender material sólido. El “bombeo” puede ser expresado por el levantamiento o “extracción” de exceso de líquido de la capa de líquido por el rodillo (200), tal como se ha mostrado por ejemplo en la figura 2B en vez de una acción de empuje del exceso de líquido por delante del rodillo (200) en la dirección de exploración o hacia los lados. Como tal, el rodillo (200) puede tener una superficie operativa lisa (207). Una superficie lisa, por ejemplo, puede posibilitar el raspado subsiguiente del material en exceso del rodillo (200) por el dispositivo de limpieza o cuchilla (219). En otra realización la superficie (207) del rodillo puede ser ligeramente rugosa y/o porosa. Por ejemplo, si el rodillo (200) es marginalmente rugoso pero todavía es suficientemente liso para actuar como bomba del líquido, la ligera rugosidad puede añadir una cierta capacidad de pulido a funcionamiento del rodillo (200). Esto puede ser de ayuda cuando el rodillo (200) se encuentra material duro en vez de líquido, lo que puede ocurrir de vez en cuando. El rodillo (200) puede ser calentado y/o refrigerado o no, como mínimo por un mecanismo (235) específico para calefacción o refrigeración. El rodillo (200) puede ser  
65 realizado de aluminio u otros metales adecuados o puede tener una superficie realizada por ejemplo de dichos metales y la superficie (207) puede ser realizada a efectos de minimizar el desgaste del rodillo por la acción de la cuchilla limpiadora. A efectos de reducir el desgaste la unidad de limpieza, por ejemplo, la cuchilla (219), la superficie (207) puede ser porosa (por ejemplo recubrimiento analizado) y puede estar impregnada de un material lubricante (por

## ES 2 314 580 T3

ejemplo un recubrimiento no adhesivo de teflón™). Esto puede reducir también la carga sobre el motor del rodillo a reducir el rozamiento entre el rodillo y la cuchilla de limpieza.

5 La longitud del rodillo en dirección Y, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, puede ser exactamente o sustancialmente igual a la longitud de un conjunto de toberas (por ejemplo (110) en la figura 1) en la dirección Y o puede ser mayor que el conjunto de toberas en dicha dirección Y. La primera opción puede requerir una alineación Y exacta del rodillo (200) con respecto al conjunto de toberas (110) mientras que la segunda opción puede requerir una alineación exacta del rodillo paralelo al eje Y en el plano Y-Z.

10 El aparato (150) corrector del objeto puede comprender como mínimo un aparato detector (230) que puede estar embebido, por ejemplo, dentro del rodillo (200) o que puede ser exterior al rodillo (200) para posibilitar, por ejemplo, que el aparato de impresión (100) determine si ha tenido lugar colisión del aparato de impresión o se espera que tenga lugar. Esta colisión puede tener lugar con el objeto que se está imprimiendo, por ejemplo, como resultado de que las capas dispensadas son demasiado gruesas y/o con un grosor poco constante y/o a causa de mal funcionamiento mecánico de la máquina de impresión. También puede tener lugar colisión como resultado de desperdicio de material o depósito de material de interfaz defectuoso que puede tener lugar en cualquier sitio de la trayectoria del aparato de impresión. Por ejemplo, el aparato detector (230) puede consistir o puede comprender un dispositivo detector de aceleración para determinar si ha tenido lugar una colisión del aparato de impresión y el objeto que se está imprimiendo o que existen probabilidades de que ocurra. En otro ejemplo el aparato detector (230) puede consistir en un detector de choque, por ejemplo para determinar si ha tenido lugar una colisión entre el aparato de impresión y un elemento sobre una mesa de impresión que sobresale más allá del nivel operativo de un aparato corrector del objeto.

20 Dado que una colisión puede verse en general acompañada de ondas de choque y/o vibraciones que se desplazan a lo largo del objeto en colisión, un dispositivo detector de aceleración puede ser utilizado para detectar las ondas resultantes y puede transmitir una señal de salida correspondiente. La intensidad (o altura) de esta señal depende del nivel de la colisión. Una vez que el controlador recibe una señal que es más intensa que un nivel predeterminado, el controlador puede definir la señal como colisión y parar inmediatamente la secuencia de impresión, para impedir otros daños a las piezas móviles y/u otras.

30 En una realización, por ejemplo, el dispositivo detector (230) puede ser configurado para indicar de forma audible el contacto del rodillo con el material de interfaz. Dado que el rodillo (200) establece contacto con un pico o área saliente de la capa (210), por ejemplo un pico (218) o posiblemente con un borde de una capa (210) si el rodillo (200) se aproxima a la capa (210) a un nivel demasiado bajo el dispositivo detector o sensor (230) puede indicar la presencia del pico o saliente por un cambio de sonido por ejemplo un sonido distinguible (por ejemplo más elevado) debido al contacto más largo del rodillo con la capa (210). Las áreas en las que hay ausencia de material de interfaz (210) pueden ser indicadas, por ejemplo, por la falta de sonido emitido por el dispositivo detector (230). En algunas realizaciones, al hacer contacto el rodillo (200) con la capa (210), el sonido emitido en cada posición puede cambiar debido a las dimensiones de los picos, etc. Por ejemplo, el contacto con un pico más elevado puede emitir un sonido "más fuerte" que el contacto con un pico más bajo. Las aberturas pueden quedar indicadas por ausencia de sonido o por sonidos alternativos. Otras indicaciones pueden ser facilitadas para identificar picos y aberturas etc. en el material de interfaz (210). El contacto o falta de contacto entre el rodillo (200) y la capa (210) puede ser controlado y/o procesado por el controlador del proceso por ejemplo de forma continua, de forma periódica, al azar, etc para posibilitar la determinación del contorno de la capa (210).

45 De acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención, tal como se puede apreciar con referencia a la figura 2A, el rodillo (200) puede ser asociado con una unidad de limpieza que puede comprender, por ejemplo, un rascador o cuchilla (219). La cuchilla (219) puede formar ángulo de diferentes valores adecuados con respecto a la tangente de la superficie del rodillo. En la figura 2A, el rascador o cuchilla (219) se ha mostrado con un ángulo aproximado de 25° entre la cuchilla (219) y la superficie (207) del rodillo; se pueden utilizar otros ángulos adecuados.

50 A continuación se hará referencia a la figura 3A, que muestra la utilización del aparato corrector de objeto (150) para controlar la altura o grosor de acabado de una capa de un objeto que se está construyendo, de acuerdo con una realización de la presente invención. En el ejemplo mostrado en la figura 3A en la capa objeto de impresión existe una serie de picos (62a, 62b, 62c, 62d, 62e y 62f) y una serie de rebajes (64a, 64b, etc.). Los picos y rebajes se han exagerado a efectos ilustrativos. Los picos (62A, 62C y 62D) se encuentran aproximadamente al mismo nivel (por ejemplo, con referencia a la línea 66) mientras que los picos (62B y 62E) sobresalen por encima de la línea de referencia (68). Al pasar el rodillo (200) sobre la capa (60) el controlador del proceso puede recibir una señal de entrada del dispositivo sensor (230) indicando una serie de picos, de los cuales se puede esperar que el pico (62B) sobresalga. El Controlador de Proceso (155) (figura 1) puede determinar la elevación en sección transversal de la capa (60), por ejemplo, por la señal de sonido recibida determinando de esta manera la altura de cada uno de los picos.

65 En una realización de la presente invención, el dispositivo sensor (230) puede estar configurado para indicar de forma audible el contacto del rodillo con el material de interfaz. Se hará referencia a continuación a la figura 3B, que muestra un ejemplo de una representación gráfica del nivel de sonido al establecer contacto el rodillo (200) con la capa (60), de acuerdo con una realización de la presente invención. El eje vertical representa el nivel de intensidad (dB) del sonido y el eje horizontal representa el tiempo. La altura de cada pico de la figura 3A se correlaciona con el nivel (dB) registrado cuando el rodillo (200) se encuentra en contacto con cada uno de los picos, tal como se ha mostrado en la

## ES 2 314 580 T3

figura 3B. El periodo de tiempo a un nivel específico (dB) se correlaciona con la anchura de los picos en la figura 3A. Por lo tanto, es posible determinar los parámetros de la capa (60) tales como la amplitud, altura y anchura de los picos. De esta manera, por ejemplo, se puede generar un perfil de la capa (60).

5 Por ejemplo, al hacer contacto el rodillo (200) con un pico o área saliente de la capa (210), por ejemplo en el pico (62B) y/o (62E), el dispositivo sensor (230) puede indicar la presencia del pico o saliente por un cambio en el sonido, por ejemplo un sonido distinguible (por ejemplo, más fuerte) debido al contacto más prolongado del rodillo con la capa (210). Las áreas en las que no existe material de interfaz (210), por ejemplo los rebajes (64A) y (64B), se pueden indicar por la falta de sonido emitido por el dispositivo sensor (230). En algunas realizaciones, al hacer  
10 contacto el rodillo (200) con la capa (210), el sonido emitido en cada una de las posiciones puede cambiar debido a las dimensiones de los picos, etc. Por ejemplo, el contacto con el pico (62B) puede emitir un sonido “más fuerte” que el contacto con el pico (62E). Los rebajes (56) pueden quedar indicados por la ausencia de sonido o por sonidos alternativos. Otras indicaciones pueden ser facilitadas para indicar picos y rebajes etc. en el material de interfaz (210). El contacto o falta de contacto entre el rodillo (200) y la capa (210) pueden ser controlados y/o procesados por el  
15 controlador de proceso, por ejemplo de forma continua, periódica, al azar, etc., para posibilitar la determinación del contorno de la capa (210).

Haciendo referencia a la figura 4, la unidad de limpieza (220) puede estar asociada, por ejemplo, con una guía tal como una barrera, conjunto de paredes, recubrimiento o sustancia, etc. construido u orientado para dirigir el material que se desplaza a lo largo de la cuchilla o rascador (219), por ejemplo a un punto de recogida, alejado de los bordes del dispositivo, etc. Por ejemplo, un conjunto de paredes (400) (en el que el conjunto puede incluir una pared), montado sobre la superficie de la cuchilla (219) o prolongándose de la misma, posiblemente en una disposición inclinada, situada en una localización adecuada, por ejemplo acoplada a un mecanismo de drenaje, por ejemplo un rebaje o contenedor (405). Las paredes (400) pueden ser flexibles, por ejemplo realizadas en goma de silicona. Esto puede  
25 facilitar que la cuchilla se doble cuando es presionada contra la superficie del rodillo. Las paredes (400) por ejemplo, pueden dirigir el material arrastrado o cortado, por ejemplo líquido o semilíquido en la dirección de una zona o lugar seleccionado. Por ejemplo, el material de desperdicio puede ser dirigido a una cubeta o rebaje de recogida (405) y/o a la abertura de entrada del tubo de drenaje (410).

En algunas realizaciones, tal como se puede apreciar con referencia a las figuras 5A y 5B, una unidad de limpieza (220) o parte o partes de una unidad de limpieza, por ejemplo una hoja rascadora o cuchilla (219), las paredes (500) y/u otras partes adecuadas, pueden ser usadas de recubrimiento con un material (510) tal como una sustancia repelente que repele el material de construcción y/o el material de interfaz. Por ejemplo, se pueden utilizar materiales con elevada tensión superficial con respecto al material de construcción (por ejemplo teflón<sup>TM</sup>, recubrimientos de silicona u otros materiales adecuados). El recubrimiento (510) puede ser colocado sobre el dispositivo rascador o cuchilla con una disposición tal, por ejemplo tal como se muestra en la figura 5, que el material eliminado es guiado en general a lo largo de la superficie de la pieza de la unidad de limpieza (por ejemplo pared 500) al área (520). El recubrimiento o material (510) puede guiar o provocar que el material sobrante discurra hacia un punto determinado (por ejemplo el centro, un lado, etc.) de la cuchilla o impedir que el material sobrante se separe de los bordes de la cuchilla. El recubrimiento (510), en el punto en el que la cuchilla establece contacto con el rodillo, puede sobresalir de los lados de la unidad de limpieza (220), por ejemplo, hacia adentro de la sección de la unidad de limpieza (220) (por ejemplo, una cuchilla) que establece contacto con el rodillo (200). En una realización el recubrimiento (510) puede ser aplicado a la cara opuesta de la cuchilla (219). El recubrimiento (510) puede servir también para impedir que el material de interfaz discurra hacia los lados de la unidad de limpieza (220) y/o de los lados de la unidad de limpieza a la parte  
45 posterior de la unidad de limpieza (220). La figura 5B muestra un recubrimiento repelente (510) solamente en un lado, indicando el efecto de dicho recubrimiento, en contraste con el comportamiento del material de construcción líquido que no establece contacto con el recubrimiento repelente. Las flechas de la figura 5 muestran el movimiento del material afectado por el recubrimiento. Tal como se puede observar en la característica (505), el material puede gotear o ser dirigido de otra forma desde el otro lado (506) de la cuchilla. Se pueden utilizar otros modelos para dicho movimiento; por ejemplo, el material puede discurrir hacia un lado.

A continuación se hará referencia a la figura 6 que es un diagrama de flujo que describe un método para la construcción de un objeto 3D, incluyendo la determinación del grosor seleccionado de las capas, de acuerdo con una realización de la presente invención. En el bloque (600) se puede depositar una capa. En una realización de la presente  
55 invención, cada una de las capas depositadas puede tener un grosor aproximado de  $25 \mu$  o puede tener otros grosores adecuados y el rodillo (200) puede ser dispuesto para eliminar una cantidad seleccionada de material de interfaz por ejemplo hasta  $10 \mu$  de la capa (210). La capa (210) puede no tener un grosor permanente a lo largo de toda su longitud y puede comprender una serie de picos o nervios (62) y rebajes (64), etc. (ver figura 3A). En el ejemplo mostrado en la figura 3A, los picos pueden encontrarse aproximadamente nivelados con la línea de referencia (215). Otros niveles del material de interfaz deseado o requerido, o combinaciones de niveles, pueden ser utilizados igualmente. Se apreciará que la capa (210) no está limitada a una sola capa y que puede incluir una o varias capas.

En el bloque (610), un mecanismo sensor puede determinar si la capa depositada supera los parámetros de grosor seleccionados.

65 En el bloque (620), si la capa supera los parámetros de grosor seleccionados se puede activar un dispositivo de nivelado tal como un rodillo a una altura seleccionada para retirar, nivelar o limpiar como mínimo partes de la capa, por ejemplo, todas las partes que superen un grosor seleccionado. En una realización alternativa, un rodillo u otro

## ES 2 314 580 T3

dispositivo de nivelado puede nivelar a una altura fija después de la totalidad o después de cada pasada de orden X de un cabezal de impresión (por ejemplo, segunda pasada).

5 La etapa de nivelado, activada selectivamente o usada automáticamente y a un nivel determinado, puede posibilitar el asegurar una altura de la capa regular y apropiada (consistente), tal como puede ser necesaria para conseguir una dimensión de altura precisa del modelo. Este nivelado, por ejemplo, puede ayudar a eliminar ralladuras, intersticios, acumulaciones excesivas de material u otras discontinuidades que pueden resultar de la falta de tobera o toberas poco potentes o toberas con una inyección anormalmente potente. Este nivelado, por ejemplo, puede ayudar a definir el borde de una capa impresa o depositada previamente antes de dispensar la capa siguiente, a efectos de disponer las gotitas inyectadas de la capa siguiente en lugares o posiciones adecuadas. El borde de la capa antes del nivelado puede tender a ser redondeado (en oposición a su disposición vertical) a causa del fenómeno de la tensión superficial del líquido. La construcción del objeto puede incluir la acumulación de varias capas, por ejemplo tres capas antes de la limpieza de la capa superior utilizando el rodillo (200).

15 En el bloque (630), la capa (210), preferentemente después de haber sido suavizada o nivelada por el rodillo (200), puede ser sometida a curado por el mecanismo de curado (125), por ejemplo utilizando radiaciones UV y/o IR. El curado puede convertir, por ejemplo, un material químico fotopolímero en un sólido y por lo tanto puede neutralizar efectivamente las características del material fotopolímero. El material residual fijado al rodillo (200) y/o la unidad de limpieza (220) se puede neutralizar o endurecer, por ejemplo por curado. De este modo, se observará que como su producto del aparato de impresión (100) se puede utilizar radiación UV o IR de curado para neutralizar el material fotopolímero de desperdicio.

20 En el bloque (640), se puede depositar una capa adicional. Se puede implementar cualquier combinación de las etapas anteriores. Además, se puede utilizar cualesquiera otras etapas o series de etapas.

25 De acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención, se puede utilizar un rodillo refrigerado para ajustar el grosor de la capa. Se produce una cantidad sustancial de calor en la celda de impresión como resultado de la necesidad de calentar el material líquido de construcción en el cabezal para chorros de tinta antes de su suministro, el calor asociado con la radiación electromagnética que puede ser necesaria para el curado del material de construcción y/o el calor producido por el proceso químico exotérmico de la fotopolimerización. Como resultado de la acción de calor, el objeto impreso se calienta y el enfriamiento subsiguiente del objeto puede venir acompañado de retroacción provocando posiblemente la deformación del objeto.

30 De acuerdo con una realización de la presente invención, tal como se puede apreciar con referencia a la figura 7A, a efectos de reducir el efecto de retroacción, el rodillo (700) puede ser refrigerado o utilizado para enfriar la capa superior o capas después de su suministro. Esto se puede implementar por refrigeración del rodillo, por ejemplo mediante un líquido de refrigeración (710) que pasa a través del rodillo (700). Una camisa de refrigeración (705), que rodea el rodillo (700) puede contener el líquido de refrigeración (710). Por ejemplo, el líquido de refrigeración (710) puede ser insertado entre la camisa de refrigeración (705) y el rodillo (700). Se pueden utilizar otros métodos de refrigeración.

35 De acuerdo con una realización de la presente invención, a efectos de reducir el efecto de retroacción o para otros objetivos, se puede utilizar aire frío para enfriar como mínimo la capa superior durante el proceso de construcción. Tal como se puede apreciar con referencia a la figura 7B, un ventilador de refrigeración (720) asociado con los tubos de radiador (725), puede proporcionar aire frío, por ejemplo chorros de aire al rodillo (700) o a la superficie del objeto. Se pueden utilizar otros mecanismos de refrigeración.

40 Un rodillo, por ejemplo un rodillo de corte por cizalladura, puede eliminar una cantidad significativa de material de construcción (por ejemplo entre 10 y 30%) que puede ser un porcentaje de material en exceso retirado de una capa y por ejemplo, transmitido al contenedor de desperdicio. Los intentos de reducir este elevado consumo de material, por ejemplo fijando un grosor mayor para las capas, sin cambiar la cantidad de material depositado por las toberas para cada capa y reduciendo por lo tanto la cantidad de material en exceso eliminado por el rodillo de corte por cizalladura puede resultar una calidad de la construcción relativamente poco satisfactoria. Por ejemplo, esta configuración puede provocar de manera general que los bordes de la capa queden menos definidos y/o que la superficie o superficies externas del objeto sean menos lisas. De acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención, por ejemplo tal como se puede apreciar con referencia a las figuras 8A y 8B, se puede utilizar un rodillo de presión (800) que puede ser utilizado separadamente y/o de forma adicional a un rodillo de corte por cizalladura. El rodillo de presión (800) que puede incluir un núcleo metálico u otro tipo de núcleo adecuado puede ser pasado por rodaduras sobre una capa (805) de un objeto en la dirección "de avance" tal que la superficie del rodillo gira a la misma velocidad tangencial que la velocidad relativa del rodillo (800) hacia el objeto, para condensar el material dispensado y ayudar de esta manera a mejorar la calidad de impresión. La velocidad y dirección de rotación pueden ser similares a la acción de la rueda de un automóvil que rueda sobre la carretera. En el presente caso, el rodillo puede actuar como una plancha o una prensa induciendo presión sobre la capa dispensada desde arriba y como consecuencia los espacios entre las líneas del material inyectado se pueden llenar y el borde de la capa puede ser re-conformado.

65 En algunas realizaciones, a efectos de impedir que el material dispensado se pegue al rodillo (800) se puede recubrir el rodillo (800) con una capa repelente, por ejemplo de teflón o de goma de silicona (815). En una realización se puede aplicar teflón a un rodillo de aluminio analizado por impregnación. En una realización puede ser necesaria

## ES 2 314 580 T3

una suavidad mínima de la superficie del rodillo, por ejemplo, para tener en cuenta salientes extraordinarias sobre la capa (805). En este caso una capa, por ejemplo, de 10 a 100  $\mu$  de goma de siliconas, por ejemplo, puede ser utilizada para el recubrimiento del rodillo (800). Se pueden utilizar otras sustancias adecuadas.

5 En una realización el rodillo (800) puede no consumir material en general y por lo tanto puede no actuar como rodillo de nivelado. De acuerdo con una realización de la presente invención, el rodillo de presión (800) se puede combinar con un aparato nivelador, por ejemplo un rodillo de corte por cizalladura. Esta combinación puede posibilitar que el rodillo de corte por cizalladura sea ajustado para que consuma cantidades reducidas de material (por ejemplo 5-10%) y no obstante la calidad constructiva puede ser relativamente elevada. En una realización, tal como se puede apreciar con referencia a la figura 9A, el rodillo de presión (900) puede encontrarse al mismo lado del cabezal de impresión (920) tal como el rodillo de cizalladura (910) y puede ser posicionado antes del rodillo de cizalladura (910) para posibilitar la compresión o condensación del material depositado antes de que el rodillo de cizalladura (910) elimine el material en exceso por encima de una altura de capa predeterminada, reduciendo de esta forma la cantidad de material que se tiene que eliminar por el rodillo de cizalladura (910). En otra realización, tal como se puede apreciar con referencia a la figura 9B, el rodillo de presión (900) puede encontrarse al otro lado del cabezal de impresión (920). Se pueden utilizar otros elementos y configuraciones de elementos.

20 En algunas realizaciones el rodillo de presión (900) puede ser más eficaz cuando actúa sobre una capa líquida antes del curado, por ejemplo tal como en el caso mostrado en la figura 9A. De manera alternativa, tal como se ha mostrado en la figura 9B, el rodillo de presión puede ser eficaz cuando actúa sobre la capa anterior curada parcialmente antes del depósito de una nueva capa de material, nivelado subsiguiente de la nueva capa por el rodillo de cizalladura y curado de la nueva capa.

25 En una realización de la presente invención, el rodillo o rodillos (por ejemplo, rodillos de presión y/o cizalladura) pueden girar cada uno de ellos en una dirección solamente. En este caso, el rodillo de presión puede recibir su accionamiento de rotación del mismo motor que acciona el rodillo de cizalladura, aunque las respectivas velocidades y direcciones de rotación de cada uno de los rodillos pueden ser distintas. Cada uno de los rodillo y/o ambos pueden continuar girando solamente en una dirección, respectivamente con independencia de si uno o ambos rodillos se encuentran en contacto con la superficie superior del objeto (tal como en el movimiento X hacia delante del bloque que lleva los rodillos) o si existe espacio entre el rodillo o rodillos y la superficie superior del objeto (tal como en el movimiento X inverso del bloque que lleva los rodillos, habiendo sido obligada a descender la bandeja de impresión en la dirección Z entre los movimientos hacia adelante y hacia atrás en el sentido X).

35 En otra realización de la presente invención, la dirección de rotación de uno, ambos o más rodillos, se puede cambiar de una dirección a otra por ejemplo para cada movimiento relativo X del objeto. En este caso el rodillo o rodillos pueden recibir su accionamiento de rotación desde el motor de escaneado según X que puede también producir dicho cambio en la dirección de rotación, por ejemplo para cada movimiento del objeto según X.

40

45

50

55

60

65

# ES 2 314 580 T3

## REIVINDICACIONES

1. Método para la impresión de un objeto tridimensional (120) sobre una bandeja de impresión (140), comprendiendo el método:
- 5 suministro de material (115) desde un cabezal de impresión (105) en un aparato de impresión para formar una capa (210) del objeto (120);
- 10 modificar el grosor de la capa suministrada (210) hasta un valor predeterminado utilizando un aparato corrector (150), incluyendo dicho aparato (150) un rodillo (200), **caracterizado** porque el rodillo es operativo de forma que hace contacto con dicha capa (210) para levantar el material en exceso (217) desde la superficie de dicha capa (210) sobre el rodillo (200) por desplazamiento en una primera dirección mientras se efectúa la rotación en una dirección opuesta a la primera dirección a una velocidad de rotación seleccionada R,
- 15 de manera que la velocidad de rotación R, que es la relación entre la velocidad circunferencial del rodillo con respecto a la velocidad lineal del objeto (120) y el rodillo (200), es seleccionada para controlar el grosor del material dispuesto sobre el rodillo (200) a efectos de incrementar la planicidad de la capa y la definición de los bordes de la misma.
- 20 2. Método según la reivindicación 1, que comprende la detección de una colisión real o potencial de dicho aparato de impresión con el material curado (62) sobresaliendo por encima del nivel operativo de dicho rodillo (200).
3. Método según la reivindicación 2, que comprende además la interrupción de la operación de impresión cuando se ha detectado una colisión.
- 25 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende el calentamiento de dicho rodillo (200).
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende la refrigeración de dicho rodillo (200).
- 30 6. Método según la reivindicación 5, en el que dicha refrigeración es llevada a cabo utilizando uno o varios elementos seleccionados del grupo que consisten en una camisa de refrigeración (705) acoplada a un rodillo (200), líquido de refrigeración (710), tubos de radiador (725) y un ventilador de refrigeración (720).
- 35 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende el raspado de dicho material en exceso (217) de la superficie del rodillo (207) utilizando una cuchilla (219).
8. Método según la reivindicación 7, en el que dicha cuchilla (219) comprende como mínimo una guía flexible (400) orientada para dirigir dicho material en exceso (217) que discurre a lo largo de la cuchilla (219) hacia un punto de recogida (222) alejada de los bordes de la cuchilla (219).
- 40 9. Método según la reivindicación 8, en el que dicha guía (400) es la seleccionada de un grupo que consiste en una barrera, un conjunto de paredes de goma o un recubrimiento (510) o sustancia repelente.
- 45 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la transferencia del material en exceso (217) a un aparato (225) de eliminación del material de desperdicio.
11. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende el curado de dicho material en exceso (217).
- 50 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el en que las colisiones reales o potenciales de una parte de dicho aparato de impresión con material curado (62) que sobresale por encima del nivel operativo de dicho rodillo (200) son detectadas por un mecanismo (230, 155) y en el que el funcionamiento del aparato de impresión se interrumpe opcionalmente cuando se ha determinado una colisión real o potencial.
- 55 13. Método según la reivindicación 12, en el que dicho mecanismo comprende uno o varios sensores (230, 155) seleccionados de un grupo que comprende detectores de aceleración y detectores de choques.
- 60 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rodillo (200) tienen una superficie lisa (207).
15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el rodillo (200) tienen una superficie porosa (207) que está opcionalmente impregnada con un material lubricante.
- 65 16. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la bandeja de impresión (140) es obligada a descender en dirección Z con respecto al aparato de impresión, entre los movimiento X hacia adelante y hacia atrás del aparato de impresión.

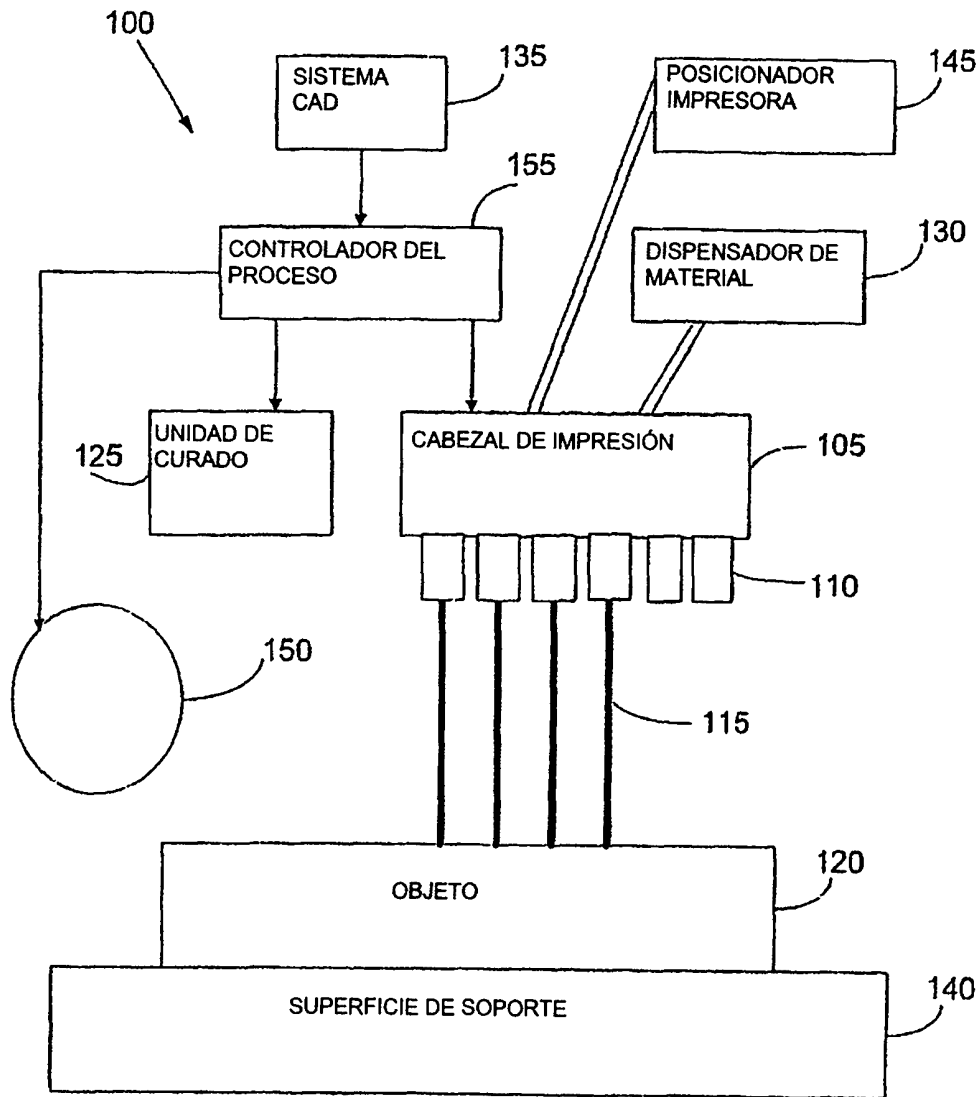
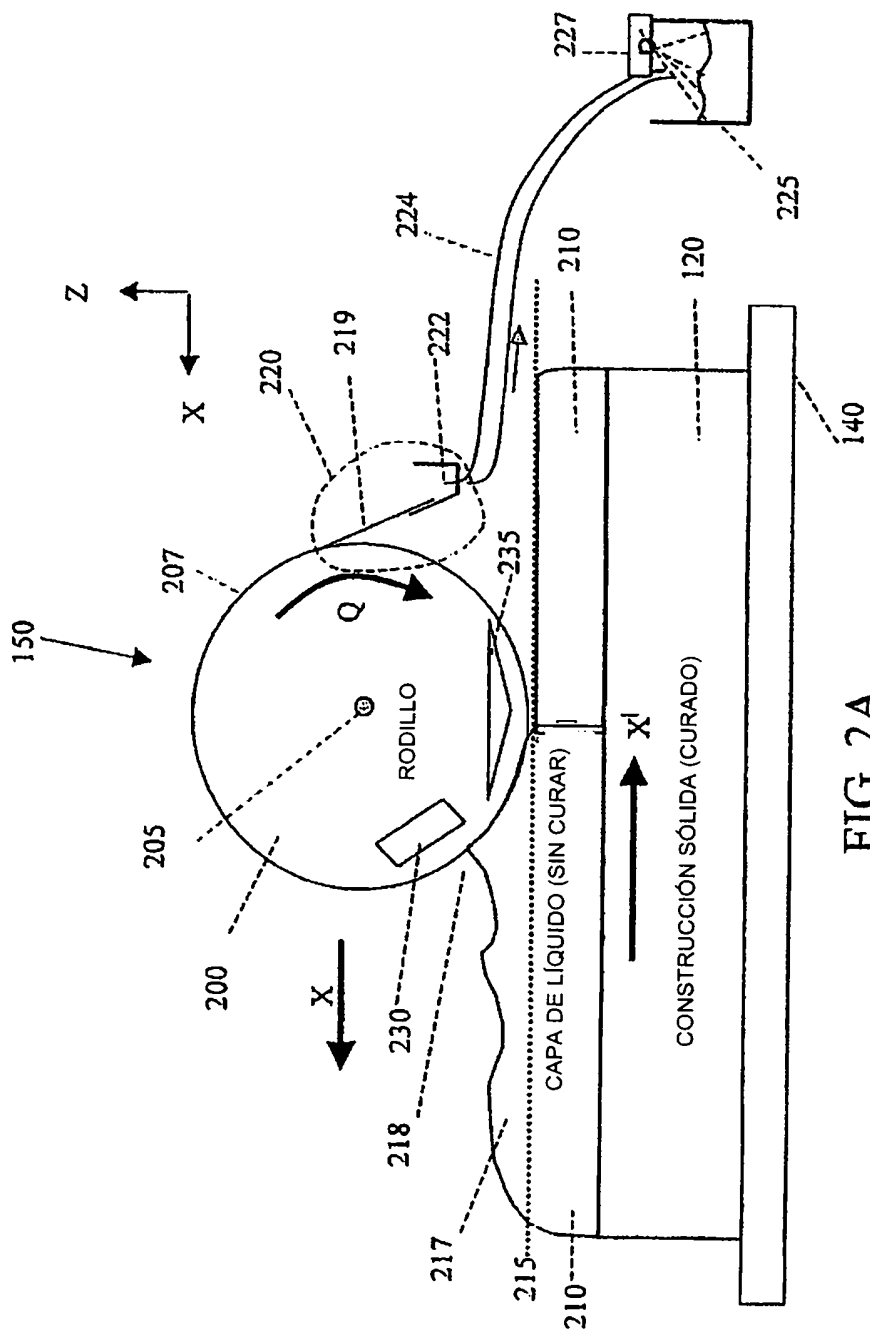


FIG. 1



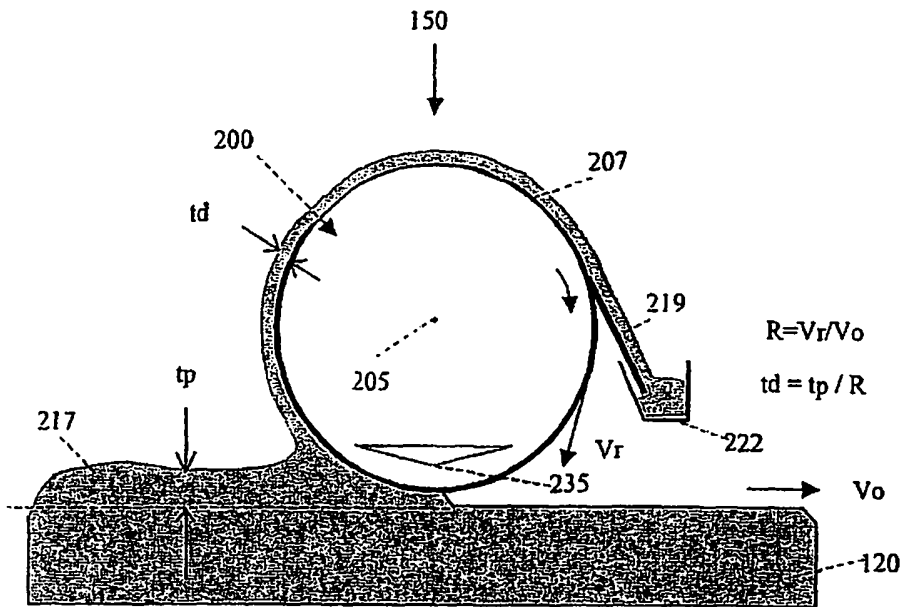


FIG. 2B

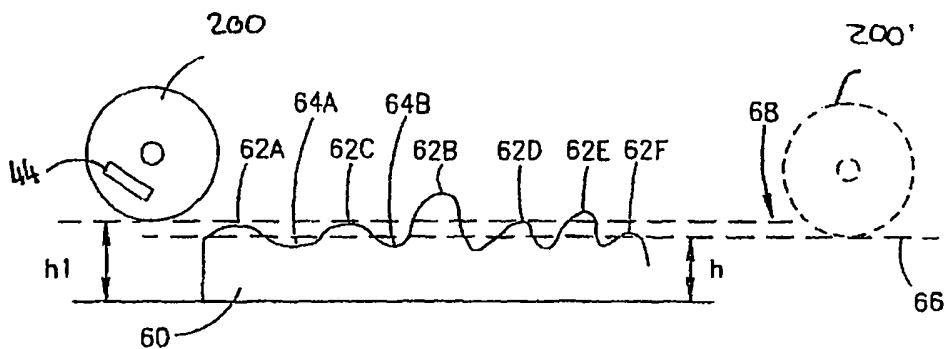


FIG. 3A

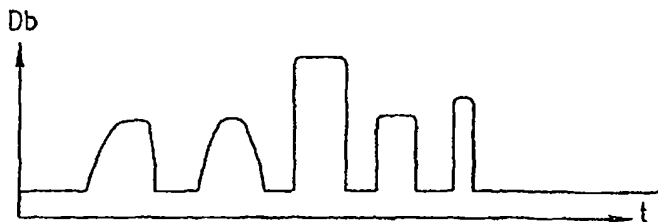


FIG. 3B

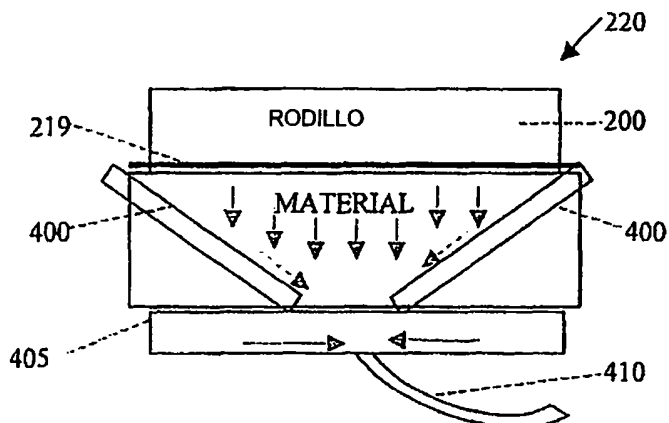


FIG. 4

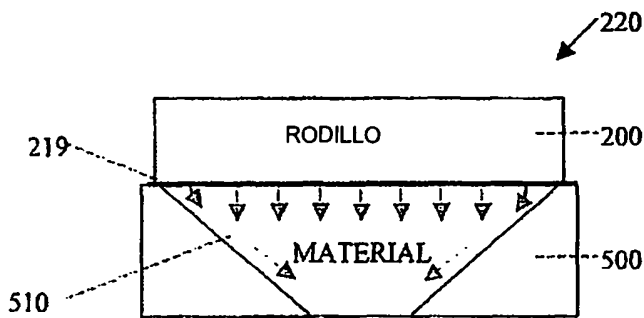


FIG. 5A

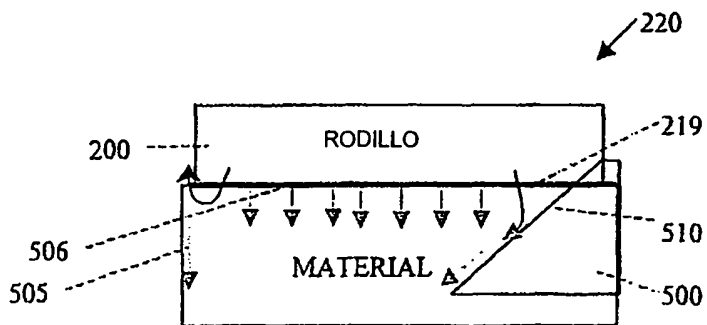


FIG. 5B

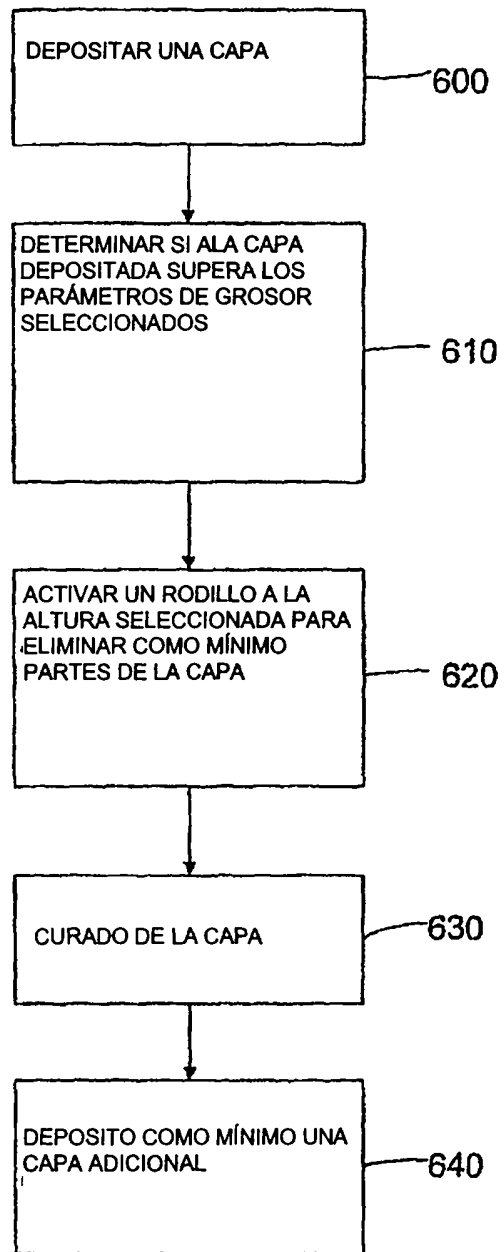


FIG. 6

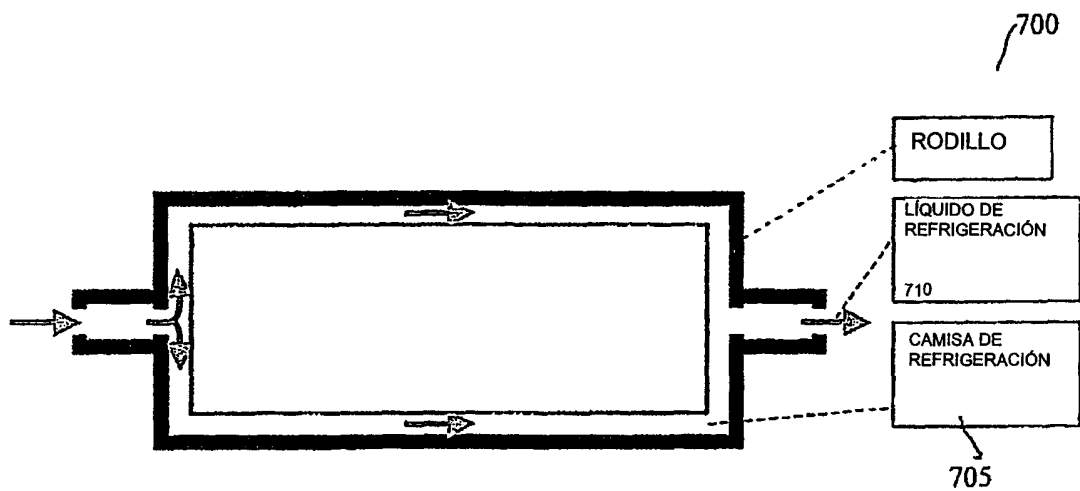


FIG. 7A

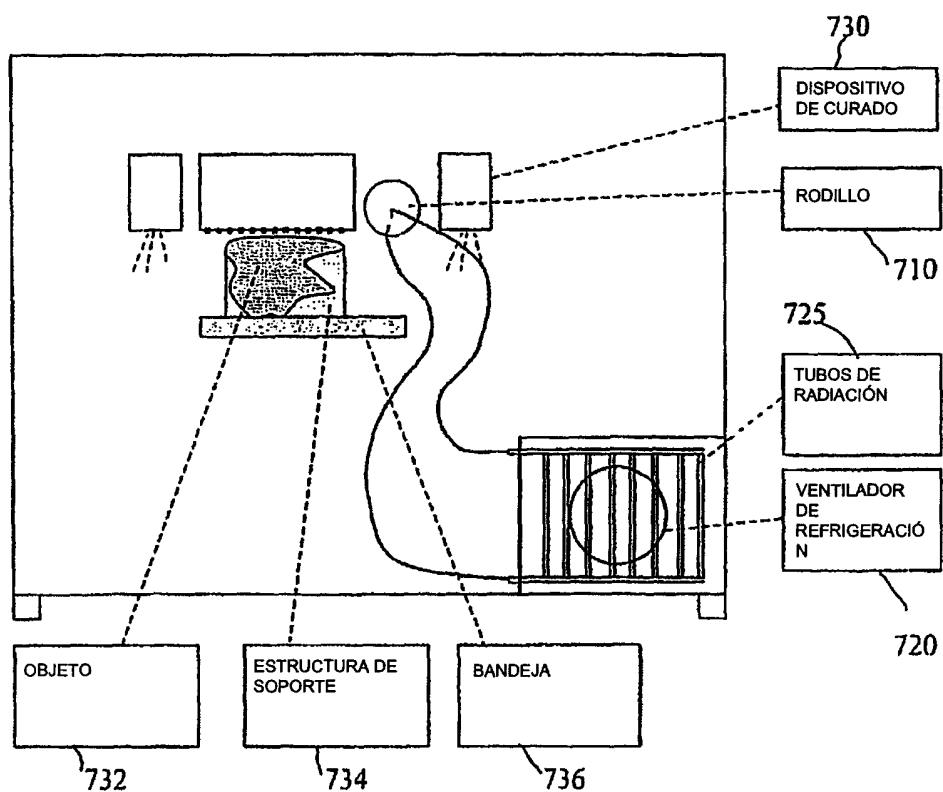


FIG. 7B

