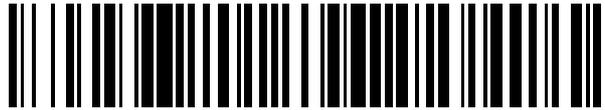


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 505**

51 Int. Cl.:

**B29C 67/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2012 E 12706668 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014 EP 2665594**

54 Título: **Método para la producción de un objeto tridimensional**

30 Prioridad:

**18.01.2011 IT VI20110004**

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

**03.03.2015**

73 Titular/es:

**DWS S.R.L. (100.0%)  
Via Lago di Levico 3  
36010 Zane' (VI), IT**

72 Inventor/es:

**ZENERE, SERGIO y  
FORTUNATO, ROBERTO**

74 Agente/Representante:

**GÓMEZ CALVO, Marina**

**ES 2 530 505 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

La presente invención se refiere a un método de estereolitografía para la producción de un objeto tridimensional.

5 Como es sabido, una máquina de estereolitografía consta de un recipiente para una sustancia líquida adecuada para ser solidificada a través de la exposición a la radiación predefinida, normalmente la radiación de luz.

10 La radiación mencionada anteriormente se produce por la radiación que emiten los medios adecuados para irradiar selectivamente una capa de la sustancia líquida que tiene un espesor predefinido y está dispuesta de forma adyacente a la parte inferior del recipiente, de manera que se solidifique.

15 La máquina también comprende una placa de modelado frente a la parte inferior del recipiente y está provista de una superficie de apoyo para el objeto tridimensional a formar.

20 La placa de modelado anteriormente mencionada se asocia con medios que son adecuados para moverla de acuerdo a una dirección perpendicular hacia la parte inferior del recipiente.

25 Con el fin de producir un objeto tridimensional utilizando una máquina del tipo descrito anteriormente, la forma del objeto se esquematiza como una secuencia de capas que tienen un espesor predefinido.

De acuerdo con el método de producción, la placa de modelado está dispuesta con la superficie de apoyo sumergida en la sustancia líquida, a una distancia desde la parte inferior del recipiente que es igual al espesor de la primera capa del objeto.

30 Una capa de sustancia líquida se forma de tal modo que es adyacente a la parte inferior del recipiente y se irradia selectivamente por los medios emisores en las partes correspondientes a la superficie de la primera capa, con el fin de formar una capa solidificada correspondiente que se adhiera a la superficie de apoyo de la placa de modelado.

35 Sucesivamente, la placa de modelado se mueve primero lejos de la parte inferior del recipiente, a fin de separar la capa solidificada de la parte inferior en sí y por lo tanto permitir que la sustancia líquida fluya de vuelta por debajo de la placa de modelado y la capa de líquido necesaria para formar una capa sucesiva del objeto para que sea restaurada consecuentemente.

40 A continuación, la placa de modelado se mueve cerca de la parte inferior del recipiente, a fin de colocarlo a una distancia desde la parte inferior que corresponda a su distancia como lo fue durante la formación de la primera capa, incrementado por el espesor de la capa sucesiva.

45 La nueva capa del objeto está por lo tanto formada de forma análoga a la anterior y este proceso se repite hasta que se hayan formado todas las capas que forman el objeto.

El documento US 2010/0262272 describe un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y similar a la descrita anteriormente, excepto que las capas se forman y se solidifican entre la placa de modelado y un sustrato de solidificación situado por encima de ella, en lugar de utilizar el fondo del recipiente.

5

El método descrito anteriormente plantea el inconveniente del desprendimiento de la capa solidificada de la parte inferior del contenedor, mientras que la placa que se mueve lejos genera una cierta resistencia.

10 Esta resistencia al desprendimiento se debe principalmente al efecto de succión causado por el contacto entre la capa solidificada y la parte inferior del recipiente y, en parte, a la adhesión de la capa solidificada a la parte inferior del recipiente.

15 Dicha resistencia al desprendimiento produce fuerzas de tracción en el objeto tridimensional que se forma y en la parte inferior del recipiente (cuya cantidad depende principalmente de la velocidad con la que la placa se aleja), en el área de superficie de la capa solidificada y en las propiedades físicas de la sustancia líquida.

20 Debido a las fuerzas de tracción que se mencionaron anteriormente, es necesario limitar dicha velocidad de la placa de modelado, con el fin de evitar la rotura del objeto tridimensional que se está formando.

25 En consecuencia, otro inconveniente reside en que el tiempo necesario para la formación de cada capa aumenta, aumentando así también el tiempo total necesario para la producción del objeto.

30 Un inconveniente adicional radica en que las fuerzas de tracción generan tensión de fatiga en la parte inferior del recipiente, que con el tiempo provoca que este último se descomponga.

Esto implica la necesidad de sustituir periódicamente el contenedor, con el inconveniente de tener que detener la producción y asumir los costos de reemplazo.

35 De acuerdo con un método conocido de estereolitografía adoptado en el intento de limitar la resistencia al desprendimiento descrito anteriormente, el movimiento de la placa de la parte inferior del recipiente se controla de tal manera que las fuerzas de tracción que actúan sobre el objeto y en la parte inferior están limitadas a un valor máximo predefinido.

40 De acuerdo con el método anteriormente mencionado, éste es necesario para determinar las fuerzas de tracción, lo que requiere el uso de un sensor adecuado, y esto hace la máquina de estereolitografía más compleja y aumenta sus costes.

45 De acuerdo con una aplicación variante del método mencionado anteriormente, las fuerzas de tracción se determinan mediante un procedimiento de cálculo numérico.

Incluso si esta variante hace posible evitar el uso de un sensor, presenta, sin embargo, el inconveniente de requerir un software de procesamiento complejo para el cálculo de las fuerzas.

Además, dicho cálculo puede no corresponder al valor actual de las fuerzas, con el inconveniente de reducir la fiabilidad del sistema.

5 La presente invención pretende superar todos los inconvenientes de la técnica conocida como es descrita anteriormente.

10 Especialmente, un primer objeto de la invención es desarrollar un método para producir un objeto tridimensional en capas usando una máquina de estereolitografía, lo que hace posible reducir el esfuerzo de tracción entre cada capa solidificada y la parte inferior del recipiente mientras que están separados unos de los otros.

15 Otro objeto de la invención es que el método anterior hace que sea posible reducir la extensión del movimiento de la capa solidificada que es necesaria para separarla de la parte inferior del recipiente a un menor valor en comparación con el valor que se puede obtener con los métodos conocidos.

20 Otro objeto de la invención es desarrollar el método mencionado anteriormente de manera que se pueda aplicar fácilmente a máquinas de estereolitografía de tipo conocido.

Los objetos antes mencionados se consiguen mediante un método para producir un objeto tridimensional ejecutado de acuerdo con la reivindicación principal.

25 Otras características y detalles del método que es objeto de la invención se describen en las correspondientes reivindicaciones dependientes.

30 De forma ventajosa, la reducción de la resistencia al desprendimiento hace que sea posible limitar las roturas del objeto que está siendo formado en comparación con los métodos conocidos que mantienen la misma geometría del objeto.

También de manera ventajosa, la dicha resistencia reducida hace que sea posible limitar la tensión en el recipiente y por lo tanto aumentar su duración.

35 Además, de forma ventajosa, la tensión reducida a la que se someten las capas del objeto hace que sea posible la obtención de objetos cuya sección transversal es mayor que la de los objetos que se pueden obtener con los métodos conocidos, manteniendo la misma velocidad de desprendimiento y las mismas propiedades físicas que la sustancia líquida utilizada.

40 También de manera ventajosa, la reducción del movimiento de la placa de modelado hace que sea posible reducir el tiempo necesario para la construcción de cada capa.

45 Los objetos y ventajas mencionados, junto con otros que se destacan a continuación, se ilustran en la descripción de algunas de las realizaciones preferidas de la invención que se proporcionan a modo de ejemplos no limitativos con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

- La figura 1 muestra una máquina de estereolitografía;
- La figura 2 muestra la máquina de estereolitografía mostrada en la figura 1 en una configuración operativa diferente;

- La figura 3 muestra una vista esquemática del movimiento de una capa solidificada durante la aplicación del método, el cual es el sujeto de la invención;
- La figura 4 muestra una vista esquemática del movimiento de una capa solidificada durante la aplicación de una variante de realización del método que es el sujeto de la invención.

5  
10 El método para producir un objeto tridimensional, que es el sujeto de la invención, se describe con referencia a una máquina de estereolitografía que se indica en su conjunto por **1** en la figura 1.

15 La máquina mencionada anteriormente **1** comprende un recipiente **2** adaptado para contener una sustancia líquida **3** adecuada para ser solidificada a través de la exposición a la radiación predefinida

20 La máquina **1** también comprende medios **5** adaptados para emitir dicha radiación predefinida **4**, capaz de irradiar selectivamente una capa **6** de la sustancia líquida **3** que tiene un espesor predefinido y un adyacente dispuesto en la parte inferior **2a** del recipiente **2**, a fin de formar una correspondiente capa **6a** solidificada del objeto, como se muestra esquemáticamente en la figura 2.

25 Preferiblemente, pero no necesariamente la radiación predefinida anteriormente mencionada **4** es un rayo láser que se dirige selectivamente hacia las áreas correspondientes al volumen del objeto que se produce a través de dichos medios de emisión **5**.

30 La máquina **1** comprende también medios de accionamiento **8** adecuados para mover la capa solidificada **6a** con respecto a la parte inferior **2a** del recipiente **2** al menos de acuerdo con un movimiento de dirección **Z** que es perpendicular a la parte inferior **2a**.

35 Dichos medios actuadores **8** constan preferiblemente de una placa de modelado **7** provista de una superficie de soporte **7<sup>a</sup>** para dichas capas solidificadas **6a** y frente a la parte inferior **2a** del recipiente **2**.

40 La máquina de estereolitografía **1** también consta de una unidad lógica de control **9**, conectada operativamente a los medios emisores **5** y los medios actuadores **8** y está configurada para implementar un método de acuerdo con la invención, como se describe a continuación.

45 De acuerdo con el método de la invención, en primer lugar la capa **6** de sustancia líquida **3** debe ser irradiada, como se describe anteriormente.

A continuación, los medios actuadores **8** separan la capa solidificada **6a** obtenida de esta manera desde el fondo **2a** del recipiente **2** a través de un movimiento de separación **11** que tiene una medida predefinida y está destinado a separar la capa solidificada **6a** y la parte inferior **2a** el uno del otro.

50 El diagrama mostrado en la figura 3 ilustra, a modo de ejemplo, el movimiento de la capa solidificada **6a** a lo largo de la dirección de movimiento **Z** de acuerdo con el tiempo **T**. Durante una parte inicial del movimiento de separación antes mencionado

**11**, la capa **6a** solidificada permanece adherida **2a** a la parte inferior debido a la resistencia al desprendimiento descrita anteriormente.

5 Durante la parte inicial mencionada del movimiento **11**, la capa solidificada **6a** y la parte inferior **2a** están sometidas a esfuerzo de tracción mutua que causa una cierta deformación elástica de la misma.

10 La separación completa de la capa solidificada **6a** de la parte inferior **2a** tiene lugar exclusivamente en el nivel de la posición final **20** de la parte inicial mencionada del movimiento **11**, cuando la capa solidificada **6a** y la parte inferior **2a** vuelven a las respectivas posiciones no deformadas.

15 En particular, de acuerdo con el método de la invención, el movimiento de separación anteriormente mencionado **11** comprende una pluralidad de cambios de separación **12, 12a, 12b, 12c** que tienen sus respectivas longitudes predefinidas **13, 13a, 13b, 13c**.

20 Los cambios de separación mencionados anteriormente **12, 12a, 12b, 12c** están interrumpidos por paradas intermedias **14, 14a, 14b** duraderas que corresponden a intervalos de tiempo predefinidos **15, 15a, 15b**, que se producen antes de la capa solidificada **6a** haya sido completamente separada de la parte inferior **2a** del recipiente **2**.

25 De forma ventajosa, durante cada parada intermedia, el efecto combinado de la tracción y la deformación elástica de la capa solidificada **6a** y de la parte inferior **2a** les causa la separación parcial a nivel del perímetro de la capa solidificada **6a**, permitiendo así la penetración de la sustancia líquida **3** entre la capa solidificada **6a** y la parte inferior **2a**.

30 La penetración que se mencionó anteriormente reduce el área de superficie de la capa solidificada **6a** que se adhiere a la parte inferior **2a**, de tal manera que reduce la tensión de tracción durante el cambio de la separación sucesivo **12, 12a, 12b, 12c**.

35 Por lo tanto, las paradas intermedias antes mencionadas **14, 14a, 14b** tienen el efecto de limitar la tensión de tracción en la capa solidificada **6a** y en el fondo **2a** del recipiente **2** a valores inferiores a los que se produciría si el movimiento de separación **11** fuera un movimiento continuo, logrando así uno de los objetos de la invención.

40 Además, de manera ventajosa, el movimiento de separación intermitente **11** garantiza la penetración más gradual de la sustancia líquida **3** entre la capa solidificada **6a** y la parte inferior **2a**, evitando los movimientos bruscos de desprendimiento que son típicos de las máquinas de estereolitografía de tipos conocidos y que pueden hacer que el objeto que está siendo formado se rompa.

45 También, de manera ventajosa, los intervalos de parada **15, 15a, 15b** permiten que la tensión interna que se redistribuye en la capa solidificada **6a** y en el fondo **2a** del recipiente **2**, lo que limita aún más los efectos perjudiciales de dicho estrés.

En consecuencia, de manera ventajosa, el método de la invención hace posible reducir el número de rechazos de la producción en comparación con lo obtenido con los métodos conocidos.

5 Además, de manera ventajosa, la reducción del estrés obtenido con el método de la invención hace posible la producción de objetos que tengan la sección transversal más grande de bronceado que los que pueden obtenerse con los métodos conocidos utilizando una máquina de estereolitografía equivalente.

10 De forma análoga, la tensión de fatiga en la parte inferior **2a** del recipiente **2** se reduce, aumentando ventajosamente la duración de este último.

Las paradas intermedias **14**, **14a**, **14b** y la consecuente penetración de la sustancia líquida **3** trae la ventaja adicional de acelerar la separación de la capa solidificada **6a** de la parte inferior **2a**, por lo que es posible lograr el objeto de reducir la extensión predefinida del movimiento de separación **11**.

Es preciso señalar que todas las ventajas mencionadas anteriormente se obtienen gracias a las paradas intermedias **14**, **14 a**, **14b**, sin necesidad de modificar la velocidad de los medios actuadores **8**.

20 Por lo tanto, el método de la invención se puede utilizar en una máquina de estereolitografía de tipo conocido con una simple modificación del software de la unidad lógica de control **9**, sin necesidad de realizar modificaciones mecánicas o para añadir sistemas complejos para ajustar la velocidad del medio actuador **8**, logrando así un objeto adicional de la invención.

Preferiblemente, cada parada intermedia **14**, **14a**, **14b** tiene lugar cuando la capa solidificada **6a** está todavía al menos parcialmente sumergida en la sustancia líquida **3**.

30 De manera ventajosa, esto hace posible el uso de la presión de la sustancia líquida **3** para obligarlo a penetrar entre la capa solidificada **6a** y la parte inferior **2a**, acelerando así el proceso de separación.

35

Preferiblemente, la extensión predefinida de movimiento de separación **11** es tal que la capa solidificada **6a** nunca emerge completamente de la sustancia líquida **3**.

40 De manera ventajosa esto hace posible evitar la formación de burbujas de aire entre la capa solidificada **6a** y la sustancia líquida **3**, que puede afectar la solidificación correcta de la capa sucesiva.

45 Obviamente, el número de desplazamientos de separación **12**, **12a**, **12b**, **12c** y las paradas intermedias **14**, **14a**, **14b**, así como las longitudes predefinidas correspondientes **13**, **13a**, **13b**, **13c** y los intervalos de tiempo **15**, **15a** , **15b** no se pueden definir de ninguna manera.

Por ejemplo, las longitudes predefinidas **13, 13a, 13b, 13c** pueden ser tales que su suma, correspondiente a la medida del movimiento de separación **11**, excede el espesor de la capa sucesiva del objeto.

5 Después de que el movimiento de separación **11** y antes de la irradiación de la capa sucesiva, un movimiento de aproximación **19** se realiza con el fin de llevar la capa solidificada **6a** a una posición **17** de tal manera que la distancia desde la parte inferior **2a** sea igual al espesor de la capa sucesiva a solidificar, tal como se indica en la figura 3.

10 Preferiblemente, pero no necesariamente, entre el movimiento de separación **11** y el movimiento de aproximación **19** hay una pausa **18**, destinada a permitir la sustancia líquida **3** fluir entre la capa solidificada **6a** y la parte inferior **2a**, a fin de obtener la completa restauración de la capa de líquido.

15 Preferiblemente, el número de los cambios de separación **12, 12a, 12b, 12c** y de las paradas intermedias **14, 14a, 14b**, así como las longitudes predefinidas correspondientes **13, 13a, 13b, 13c** y los intervalos de tiempo **15, 15a, 15b** deben ser de tal forma que la parte del movimiento de separación **11** necesaria para obtener la  
 20 separación completa de la capa solidificada **6a** de la parte inferior **2a** no exceda el espesor de la capa sucesiva del objeto.

De manera ventajosa, esto hace que sea posible evitar dicho enfoque de movimiento **19** y por lo tanto reduce la extensión del movimiento global de la capa solidificada  
 25 **6a**.

De hecho, como en este caso la capa solidificada **6a** sale antes de llegar a la posición **17** que corresponde a la capa sucesiva, la capa solidificada **6a** puede estar dispuesta en la posición anteriormente mencionada **17** a través del último cambio de  
 30 separación **12c**, como se muestra en figura 4. Con las otras condiciones restantes de la misma, en la medida predefinida del movimiento de separación **11** se puede reducir, por ejemplo, por medio de intervalos más largos de tiempo **15, 15a, 15b** y/o más paradas de intermedio **14, 14a 14b**.

35 Preferiblemente, la determinación del valor de uno o más parámetros seleccionados entre las longitudes de los desplazamientos de separación **12, 12a, 12b, 12c**, el número de paradas del intermedio **14, 14a, 14b** y los intervalos de tiempo correspondientes **15, 15a , 15b** se llevan a cabo antes de iniciar el movimiento de separación **11**.

40 De esta manera, los parámetros mencionados anteriormente seleccionados son independientes de cualquier acción de retroalimentación de los medios actuadores **8**, evitando posibles retrasos en las paradas intermedias, con la ventaja de la precisión y fiabilidad del método.

45 Preferiblemente, pero no necesariamente, los valores de los parámetros mencionados anteriormente seleccionados se calculan de acuerdo a la zona de superficie de la capa **6a** que se debe solidificar.

De forma ventajosa, el cálculo mencionado anteriormente hace que sea posible optimizar el movimiento de separación **11** para cada capa, a fin de minimizar la extensión del movimiento de separación **11** y, consecuentemente, su duración.

5 En particular, de acuerdo con el método, una curva debería definirse para expresar cada uno de los parámetros seleccionados mencionados anteriormente como una función del área de la superficie de la capa.

10 La curva predefinida mencionada anteriormente se puede almacenar en la unidad lógica de control **9** de la máquina de estereolitografía **1**, de tal manera que se simplifique el cálculo mencionado anteriormente.

15 Preferiblemente, los valores de los parámetros seleccionados se calculan como una función de la relación entre el área de superficie mencionada anteriormente de la capa **6a** que se debe solidificar y su perímetro, que representa la forma de la propia capa.

20 Esto, de forma ventajosa, hace posible incluir en el cálculo la relación existente entre la velocidad de penetración de la sustancia líquida **3** entre la capa solidificada **6a** y la parte inferior **2a** y el perímetro de la capa solidificada **6a**, dada la misma superficie.

25 En particular, entre todas las posibles formas que tienen la misma área de superficie, una capa circular tiene el perímetro mínimo, y así da la sustancia líquida **3** menos posibilidades de penetrar entre la capa solidificada **6a** y la parte inferior **2a**, con lo que el desprendimiento proceso más lento.

30 A la inversa, una capa con un perímetro más largo en comparación con una capa circular que tiene la misma área de superficie que da la sustancia líquida **3** más oportunidades para penetrar y por lo tanto favorece el proceso de desprendimiento más que la capa circular anterior.

35 En consecuencia, el número de paradas intermedias **14**, **14a**, **14b** y/o los intervalos de tiempo correspondientes **15**, **15a**, **15b** se pueden reducir mientras la forma de la capa se desvía de la forma circular, mientras que la situación contraria se produce para las longitudes de los cambios de separación **12**, **12a**, **12b**, **12c**.

Una fórmula posible para la relación de la forma mencionada anteriormente es la siguiente:

$$\mathbf{R} = 4 \pi \mathbf{A} / \mathbf{P}^2$$

40 donde **R** representa la relación de forma, **A** para el área de la superficie de la capa y **P** por su perímetro.

45 Es evidente que la relación de forma mencionada asume un valor máximo igual a 1 cuando la capa tiene una forma circular y progresivamente disminuye hacia 0 (cero) mientras que la capa se vuelve más aplanada.

50 Según una variante de realización de la invención, el cálculo de los parámetros mencionados anteriormente seleccionados se puede hacer tomando en consideración un parámetro de forma adicional que tiene una fórmula simplificada en comparación con la anterior.

Preferiblemente, el cálculo del parámetro mencionado anteriormente requiere que el área de superficie de la capa **6a** que se solidificó sea dividida en una pluralidad de células que tienen dimensiones predefinidas, a cada una de las cuales se le asigna un peso que es proporcional al número de las células adyacentes a la misma.

5

Los pesos de las células se suman para obtener el parámetro de la forma anteriormente mencionada, que se utiliza para calcular los valores de los parámetros seleccionados en sustitución de dicha relación de forma.

10 Obviamente, el cálculo de los parámetros seleccionados puede llevarse a cabo incluso combinando los métodos mencionados anteriormente, es decir, utilizando el área de superficie, la relación de forma y/o el parámetro de forma combinando unos con otros.

15 Preferiblemente, si la capa solidificada **6a** se compone de varias partes separadas, en el cálculo de los parámetros seleccionados sólo las áreas de superficie, las relaciones de forma y/o los parámetros de forma se consideran que corresponden a las porciones cuya área de superficie tiene un valor predefinido, o sólo a la parte que tiene el área de superficie más grande.

20

De forma ventajosa, esto hace que sea posible reducir al mínimo el tiempo de separación de la capa solidificada **6a** y/o la extensión del movimiento correspondiente, sin aumentar el riesgo de romper el objeto que está siendo formado.

25 De hecho, se debe considerar que cada una de dichas partes se desprende de la parte inferior **2a** de una manera que es esencialmente independiente de las otras partes, y que, por lo tanto, será posible definir los parámetros seleccionados sólo de acuerdo a las partes para las que el desapego es más crítico, es decir, las partes, o parte, con mayor área de superficie.

30

También es evidente que en otras variantes del método de la invención, las longitudes de los cambios de separación **12, 12a, 12b, 12c**, el número de las paradas intermedias se **14, 14a, 14b** y/o los intervalos de tiempo correspondientes **15, 15a, 15b** se pueden determinar de forma definitiva antes de iniciar la construcción del modelo y mantenerse sin cambios para todas las capas.

35

En cualquier caso, es preferible pero no necesario que las longitudes de los cambios de separación **12, 12a, 12b, 12c** se definan de manera que sean las mismas, para la simplicidad de cálculo.

40

Además, el valor de los parámetros mencionados anteriormente seleccionados se puede definir de acuerdo con otros parámetros, además de los descritos anteriormente, por ejemplo la viscosidad y la densidad de la sustancia líquida **3**, la velocidad de movimiento de los medios actuadores **8**, la profundidad máxima de la sustancia líquida **3** presente en el recipiente **2**, la resistencia mecánica de la parte inferior **2a** y de las capas solidificadas **6a**, etc...

45

A modo de ejemplo, para una máquina de estereolitografía **1** de un tipo conocido, una serie de paradas intermedias comprendida entre uno y veinte, una longitud de cada cambio de separación **12, 12a, 12b, 12c** comprendido entre 5 y 200 micras y

50

una duración de los intervalos de tiempo **15, 15a, 15b** comprendida entre 0,01 segundos y 1 segundo pueden ser adecuados para la mayoría de aplicaciones.

5 De acuerdo con un ejemplo de aplicación del método descrito anteriormente, una representación numérica de cada capa del objeto a ser producido se procesa y se suministra a la unidad lógica de control **9**, que controla los medios actuadores **8** y el medio emisor **5** a fin de disponer la placa de modelado **7** a una distancia adecuada desde la parte inferior **2a** del recipiente **2** y, sucesivamente, formar cada capa solidificada **6a** de acuerdo con la descripción proporcionada anteriormente.

10 A continuación, la unidad lógica de control **9** determina el número de paradas intermedias **14, 14a, 14b**, su duración **15, 15a, 15b**, así como las longitudes predefinidas **13, 13a, 13b, 13c** de los cambios de separación **12, 12a, 12b, 12c** y forma consecuente activa los medios actuadores **8**.

15 Durante el movimiento de separación, una vez alcanzado el punto **20**, la capa solidificada **6a** sale de la parte inferior **2a**.

20 El movimiento de separación **11** se ha completado y si es necesario, un movimiento de acercamiento sucesivo **19** se lleva a cabo, a fin de disponer la placa de modelado **7** en una posición adecuada para la solidificación de la capa sucesiva.

25 Lo anterior muestra que el método para producir un objeto tridimensional de la invención descrita anteriormente consigue todos los objetivos establecidos.

En particular, el movimiento de separación intermitente hace que sea posible reducir la tensión de tracción mutua en la capa solidificada y en la parte inferior del recipiente antes de la separación.

30 Además, la penetración progresiva de la sustancia líquida entre la capa solidificada y la parte inferior del recipiente hace que sea posible reducir la extensión del movimiento de la capa solidificada necesaria para hacer que se desprenda de la parte inferior del recipiente.

35 Además, el método de la invención se basa en un movimiento intermitente que es fácil de aplicar a las máquinas de estereolitografía de tipo conocido a través de simples modificaciones de su software.

40 Tras la aplicación, el método que es el objeto de la invención puede ser sometido a otros cambios que, aunque no descritos en el presente documento y no ilustrados en los dibujos, se deben considerar protegidos por la presente patente, a condición de que caigan dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

45 Cuando las características técnicas mencionadas en cualquier reivindicación están seguidas por signos de referencia, estos signos de referencia se han incluido con el único propósito de aumentar la inteligibilidad de las reivindicaciones, y en consecuencia, tales signos de referencia no tienen ningún efecto limitativo sobre la protección de cada elemento identificado, a modo de ejemplo, por tales signos de referencia.

**Reivindicaciones**

1. Método para la producción de un objeto tridimensional en capas por medio de una máquina de estereolitografía (1) del tipo que comprende:
- 5 - Un recipiente (2) para contener una sustancia líquida (3) adecuado para ser solidificado a través de la exposición a la radiación predefinida (4);
- Medios (5) para emitir dicha radiación predefinida (4), adecuada para irradiar selectivamente una capa (6) de dicha sustancia líquida (3) teniendo un espesor predefinido y dispuesta de forma adyacente en la parte inferior (2a) de dicho
- 10 recipiente (2) en con el fin de solidificar dicha capa (6);
- Medios de accionamiento (8) adecuados para mover dicha capa solidificada (6a) con respecto a dicha parte inferior (2a) al menos según una dirección (Z) perpendicular a dicha parte inferior (2a); comprendiendo dicho método las siguientes operaciones:
- 15 - Irradiar selectivamente dicha capa (6) de sustancia líquida en una forma tal como para obtener dicha capa solidificada (6a);
- Separar dicha capa solidificada (6a) de dicha parte inferior (2a) a través de un movimiento de separación mutua (11) teniendo una medida predefinida, **caracterizada porque** dicho movimiento de separación (11) comprende una
- 20 pluralidad de cambios de separación (12, 12a, 12b, 12c) de las correspondientes longitudes predefinidas (13, 13a, 13b, 13c), separadas por las correspondientes paradas intermedias (14, 14a, 14b) de intervalos de tiempo predefinidos (15, 15a, 15b), dichas paradas intermedias (14, 14a, 14b) están siendo llevadas a cabo antes de que dicha capa solidificada (6a) se haya separado completamente de dicho fondo
- 25 (2a).
2. Procedimiento según la reivindicación 1), **caracterizado porque** cada una de dichas paradas intermedias (14, 14a, 14b) tiene lugar cuando dicha capa solidificada (6a) está al menos parcialmente sumergida en dicha sustancia líquida (3).
- 30
3. Procedimiento según la reivindicación 1) o 2), **caracterizado porque** dichos tramos (13, 13a, 13b, 13c) de dichos cambios de separación (12, 12a, 12b, 12c), el número de dichas paradas intermedias (14, 14a , 14b) y la duración de dichos intervalos de tiempo (15, 15a, 15b) están definidos de modo que la extensión
- 35 predefinida de dicho movimiento de separación (11) necesario para obtener dicha separación completa de dicha capa solidificada (6a) de dicha parte inferior (2a) no exceda el espesor de la capa sucesiva de dicho objeto.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la determinación del valor de al menos un parámetro seleccionado entre las longitudes (13, 13a, 13b, 13c) de dichos cambios de separación (12, 12a, 12b, 12c), el número de paradas intermedias (14, 14a, 14b) y los intervalos de tiempo correspondientes (15, 15a, 15b) tienen lugar antes de dicho movimiento de separación (11).
- 40
5. Método según la reivindicación 4), **caracterizado porque** los valores de dichos parámetros seleccionados (13, 13a, 13b, 13c, 14, 14a, 14b, 15, 15a, 15b) se calculan como una función del área de superficie de la capa a ser solidificada (6a).
- 45

6. Procedimiento según la reivindicación 5), **caracterizado porque** los valores de dichos parámetros seleccionados (13, 13a, 13b, 13c, 14, 14a, 14b, 15, 15a, 15b) se calculan como una función de la relación entre dicha área de la superficie área y el perímetro de dicha capa a ser solidificada (6a).

5

7. Procedimiento según la reivindicación 5) o 6), **caracterizado porque** dicho cálculo de los dichos parámetros seleccionados (13, 13a, 13b, 13c, 14, 14a, 14b, 15, 15a, 15b) comprende las siguientes operaciones:

- dividir el área de superficie de dicha capa a ser solidificada (6a) en una pluralidad de células;
- asignar a cada célula un peso proporcional para el número de células adyacentes a dicha célula;
- sumar dichos pesos con el fin de obtener un parámetro de forma;
- calcular los valores de dichos parámetros seleccionados (13, 13a, 13b, 13c, 14, 14a, 14b, 15, 15a, 15b) de acuerdo con dicho parámetro de forma.

10

15

8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichas longitudes (13, 13a, 13b, 13c) de dichos cambios de separación (12, 12a, 12b, 12c) son iguales entre sí.

20

9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichos medios actuadores (8) comprenden una placa de modelado (7) provista de una superficie de soporte (7a) para dicha capa solidificada (6a) hacia la parte inferior (2a) de dicho recipiente (2).

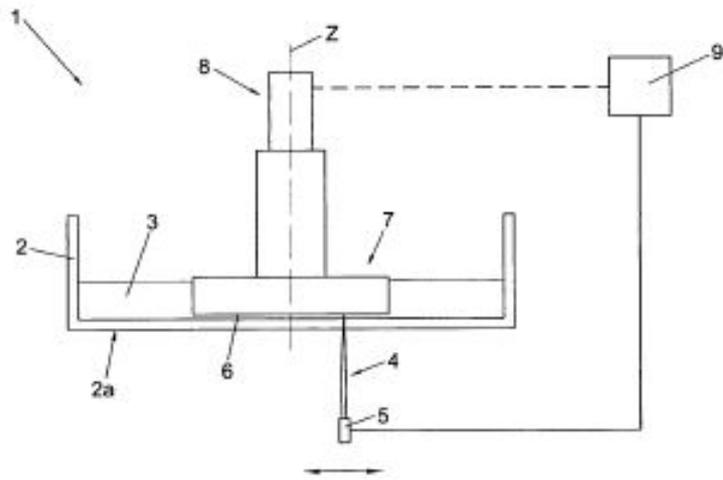


Fig.1

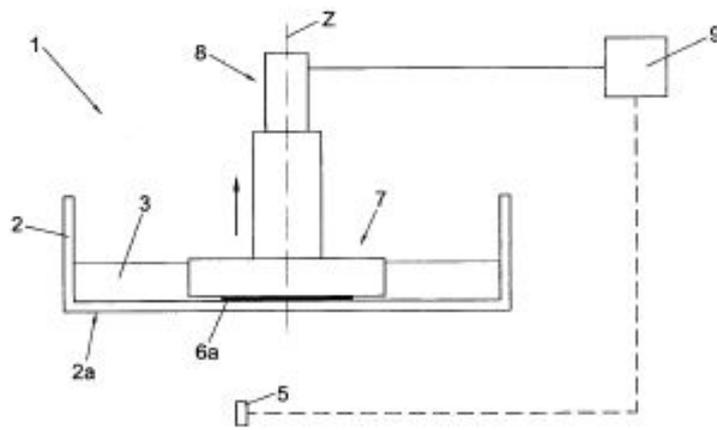


Fig.2

