

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 845**

51 Int. Cl.:

**B29C 67/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.12.2008 E 08867220 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 2234791**

54 Título: **Método de producción por capas y sistema de iluminación para utilizarse con el mismo**

30 Prioridad:

**27.12.2007 EP 07150447**

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

**14.06.2013**

73 Titular/es:

**NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR  
TOEGEPAST -NATUURWETENSCHAPPELIJK  
ONDERZOEK TNO (100.0%)  
SCHOEMAKERSTRAAT 97  
2628 VK DELFT, NL**

72 Inventor/es:

**JAMAR, JACOBUS HUBERTUS;  
MAALDERINK, HERMAN HENDRIKUS y  
VAN VLIET, WILHELMUS PETRUS**

74 Agente/Representante:

**DURÁN MOYA, Carlos**

**ES 2 407 845 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

Método de producción por capas y sistema de iluminación para utilizarse con el mismo

### 5 SECTOR TÉCNICO Y ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método para la producción por capas de un objeto tangible. La invención se refiere asimismo a un sistema de iluminación para utilizarse en un sistema para la producción por capas de un objeto tangible.

10 Un sistema conocido para llevar a cabo dicho método es, por ejemplo, un aparato comercializado por la firma Envision Technologies GmbH, de Alemania, bajo el nombre de "Perfactory". Este aparato, ya conocido, se utiliza en el campo de la Tecnología de producción en capas (LMT), denominada a menudo como Creación rápida de prototipos (RP) o Fabricación rápida (RM), para producir un objeto tangible. La Creación rápida de prototipos (RP) y la Fabricación rápida (RM) se denominan "rápidas" dado que no requieren que se diseñe y se fabrique un molde.

15 El sistema de iluminación del Perfactory comprende un Dispositivo digital de microespejos (DMD). En el caso del Perfactory, la zona de trabajo del objeto a producir tiene habitualmente unas dimensiones similares a 3 x 4 cm, para lo cual el DMD utiliza habitualmente 1.280 x 1.024 píxeles. Estos objetos son relativamente pequeños. Cuando se desea producir objetos mayores, se requieren zonas de trabajo más grandes, por ejemplo del orden de magnitud de 30 cm x 40 cm. Cuando, además, se desea producir dichos objetos más grandes con la misma precisión que los objetos más pequeños, se necesitarán correspondientemente mayores cantidades de píxeles. No obstante, la utilización de dichas grandes cantidades de píxeles no está normalmente al alcance del DMD. De este modo, con el Perfactory no es posible producir con precisión detalles del producto pequeños para objetos grandes.

20 El documento U.S.A.-A-2005/175302 da a conocer un método según el preámbulo de la reivindicación 1. Por mencionar otro documento, que simplemente define el estado general de la técnica, se hace referencia al documento JP-A-05138746 que da a conocer un dispositivo de conformación tridimensional óptico que utiliza un conjunto de lentes -15-.

### 30 CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

Un objetivo de la invención es dar a conocer una solución según la cual, para la fabricación de productos de gran tamaño, se pueden solidificar grandes zonas de trabajo de capas con una resolución elevada y sin necesidad de aumentar la resolución de un elemento de formación de imágenes de un sistema de iluminación utilizado en la producción.

Por lo tanto, según un primer aspecto de la invención, se da a conocer un método según la reivindicación 1.

40 En este método según el primer aspecto de la invención, la solidificación se lleva a cabo iluminando la zona predeterminada mediante un sistema de iluminación que comprende un elemento de formación de imágenes que se puede controlar para formar imágenes bidimensionales variables en el tiempo, un sistema de proyección de imágenes y un conjunto de microlentes que comprende microlentes individuales que están dispuestas en las dos dimensiones de un plano recto, estando dispuesto el sistema de proyección de imágenes para proyectar las imágenes bidimensionales sobre el conjunto de microlentes de tal forma que cada una de las microlentes individuales proyecta la radiación incidente sobre la misma, en forma de correspondientes micropuntos concentrados independientes en la zona predeterminada de la capa líquida, en el que, por lo menos para uno de dichos ciclos del método, el conjunto de microlentes está controlado para realizar un movimiento que es paralelo a dicho plano recto, con respecto, por lo menos, a parte del sistema de proyección de imágenes y con respecto al objeto en construcción, mientras que de modo sincrónico el elemento de formación de imágenes está controlado para formar las imágenes bidimensionales variables en el tiempo, de tal manera que durante dicho movimiento del conjunto de microlentes los micropuntos describen y solidifican la zona predeterminada de la capa líquida.

55 De esta forma, los micropuntos "escriben" sobre la capa líquida para solidificar la zona predeterminada de la misma. Con el objeto de obtener una resolución elevada, los micropuntos concentrados independientes pueden estar dispuestos separados entre sí a distancias relativamente grandes, dado que los espacios intermedios entre los micropuntos se pueden alcanzar en el transcurso del tiempo durante la "escritura".

60 Se destaca que el objetivo de la invención mencionado anteriormente se alcanza asimismo con un método según la reivindicación 1, cuando dicho método está adaptado para que, en vez de desplazar el conjunto de microlentes con respecto, por lo menos, a parte del sistema de proyección de imágenes y con respecto al objeto en construcción, el elemento de formación de imágenes y/o el sistema de proyección de imágenes son desplazados de manera controlable junto con el conjunto de microlentes con respecto al objeto en construcción. Por lo tanto, en dicho método adaptado, por ejemplo el sistema de iluminación total es desplazado de manera controlable con respecto al objeto en construcción, por ejemplo, desplazando el sistema de iluminación total con respecto al entorno mientras se mantiene el objeto en construcción fijo con respecto al entorno, o desplazando el objeto en construcción con

5 respecto al entorno mientras se mantiene el sistema de iluminación total fijo con respecto al entorno. Sin embargo, el método según la reivindicación 1 tiene la ventaja sobre dicho método adaptado de que requiere solamente que una pequeña masa (es decir, sustancialmente sólo la masa del conjunto de microlentes) sea desplazada con gran precisión. Esto es menos complicado de realizar y consume menos energía que desplazar una masa más grande, por ejemplo, del sistema de iluminación total, o desplazar el objeto en construcción.

Además, según un segundo aspecto de la invención, se da a conocer un sistema de iluminación según la reivindicación 5.

10 Se destaca que se pueden aplicar un método según la invención y un sistema de iluminación según la invención utilizando una forma constructiva (transparente), en la que la solidificación de la zona predeterminada de la capa líquida se lleva a cabo cuando dicha capa líquida está contigua a la forma constructiva y en la que, durante un ciclo del método, la capa sólida obtenida es separada de dicha forma constructiva. La forma constructiva puede ser, por ejemplo, la parte inferior transparente del depósito de líquido en la que, durante un ciclo del método, la radiación del sistema de iluminación incide sobre la capa líquida desde abajo, de tal manera que se solidifica la capa más baja del objeto en producción. Alternativamente, la forma constructiva puede estar situada, por ejemplo, de tal modo que la capa más elevada, en vez de la capa más baja, de un objeto en construcción se solidifique durante un ciclo del método. En dicho caso, por ejemplo un soporte desplazable verticalmente del producto puede estar situado, por ejemplo, debajo del objeto en producción, mientras que, por ejemplo, el sistema de iluminación puede estar situado de tal modo que la radiación del sistema de iluminación incida sobre la capa líquida desde arriba, en vez de desde abajo. De hecho, cuando se utiliza una forma constructiva, el método según la invención y el sistema de iluminación según la invención son aplicables a la producción por capas funcionando en cualquier orientación con respecto a la gravedad. Sin embargo, un método según la invención y un sistema de iluminación según la invención pueden aplicarse asimismo en casos en los que no se utiliza una forma constructiva, por ejemplo cuando la solidificación de la zona predeterminada de la capa líquida se lleva a cabo en el momento que dicha capa líquida forma la capa más elevada del líquido en el depósito de líquido.

Las realizaciones específicas de la invención están expuestas en las reivindicaciones dependientes.

30 Estos y otros aspectos de la presente invención serán evidentes y se explicarán haciendo referencia a las realizaciones descritas más adelante.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

35 Los detalles, aspectos y realizaciones adicionales de la invención se describirán solamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a las figuras esquemáticas en los dibujos adjuntos.

40 La figura 1 muestra esquemáticamente, en una vista lateral en sección, un ejemplo de una realización de un sistema de iluminación, según la invención, utilizado en un sistema para usarse en un ejemplo de una realización de un método según la invención.

La figura 2A muestra esquemáticamente, en una vista en planta, una parte del conjunto de microlentes del sistema de iluminación de la figura 1.

45 La figura 2B muestra, esquemáticamente, la parte del conjunto de microlentes de la figura 2A en una vista lateral en sección.

50 La figura 3 muestra esquemáticamente, en una vista en planta, una microlente del conjunto de microlentes del sistema de iluminación de la figura 1, en la que se indica una trayectoria de movimiento del conjunto de microlentes.

La figura 4A muestra esquemáticamente, en una vista en planta, un ejemplo de un conjunto de microlentes del sistema de iluminación de la figura 1, al inicio de otro tipo de trayectoria de movimiento del conjunto de microlentes.

55 La figura 4B muestra de nuevo, esquemáticamente, el conjunto de microlentes de la figura 4A, pero al final del otro tipo de trayectoria de movimiento del conjunto de microlentes.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

60 En primer lugar se hace referencia a la figura 1, que muestra un ejemplo de un sistema -1- para la producción por capas de un objeto tangible -5-. El sistema -1- puede llevar a cabo un ejemplo de un método para la producción por capas de un objeto tangible según la invención. El objeto tangible -5- se muestra mientras se está produciendo. Por ejemplo, puede ser un prototipo o un modelo de un artículo de producción, u otro tipo adecuado de objeto.

65 El sistema -1- comprende un depósito -2- de líquido que está lleno de un líquido -3-. El sistema -1- comprende además un sistema de iluminación -20-. El sistema de iluminación -20- está dispuesto para iluminar una zona

predeterminada de una capa líquida -10- del líquido -3-, a efectos de solidificar la zona predeterminada para obtener una capa sólida -14- del objeto tangible -5-, teniendo de este modo la capa sólida una forma predeterminada.

Con este objetivo, en el ejemplo mostrado, el depósito -2- de líquido tiene una placa inferior -4-, que es transparente a la radiación -18- emitida por el sistema de iluminación -20-. La placa inferior -4- funciona asimismo como una forma constructiva, en la que se lleva a cabo la solidificación de la zona predeterminada de la capa líquida cuando dicha capa líquida está contigua a la forma constructiva. En este ejemplo, la radiación del sistema de iluminación incide sobre la capa líquida desde abajo, de tal manera que se solidifica la capa más baja del objeto -5- en producción.

Durante un ciclo del método según la invención, la capa sólida obtenida es separada de la placa inferior -4-. En el ejemplo mostrado, esta separación se realiza por medio de una placa portadora -11- que sostiene el producto -5- en producción. Tal como se indica mediante la flecha de doble punta -15- en la figura 1, la placa portadora -11- se puede subir y bajar con respecto al depósito -2- por la acción de un accionador -12- de la placa portadora. La primera capa sólida formada del objeto tangible -5- se adhiere al lado inferior de la placa portadora -11-. Cada una de las capas sólidas formadas sucesivamente se adhiere a una capa sólida formada con anterioridad, respectivamente. Cada vez después de la solidificación de una nueva capa, la placa portadora, junto con las capas solidificadas adheridas sobre la misma, se suben, como consecuencia de lo cual la última capa sólida formada es separada cada vez de la placa inferior -4-. Durante la separación, el líquido -3- circulará entre la capa sólida -14- separada y la placa inferior -4-, de tal manera que se forma una nueva capa líquida -10- entre las mismas.

El sistema de iluminación -20- comprende un elemento -21- de formación de imágenes, un sistema -22-, -23- de proyección de imágenes y un conjunto -7- de microlentes. El elemento -21- de formación de imágenes se puede controlar para formar imágenes bidimensionales que varían en el tiempo. El conjunto -7- de microlentes comprende microlentes -8- individuales que están dispuestas en dos dimensiones en un plano recto. El sistema -22-, -23- de proyección de imágenes está dispuesto para proyectar las imágenes bidimensionales sobre el conjunto -7- de microlentes, de tal manera que cada una de las lentes -8- individuales proyecta la radiación -18- incidente sobre la misma, en forma de correspondientes micropuntos concentrados -17- independientes, en la zona predeterminada de la capa líquida -10-. Cada uno del elemento de formación de imágenes, del sistema de proyección de imágenes y del conjunto de microlentes, como tal, puede ser de diversos tipos, tales como los diversos tipos conocidos en la técnica de los sistemas de iluminación.

Como una característica técnica especial de la invención, el conjunto -7- de microlentes se puede controlar para realizar un movimiento que es paralelo a dicho plano recto, así como con respecto, por lo menos, a parte del sistema -22-, -23- de proyección de imágenes. Dicho movimiento del conjunto -7- de microlentes se indica mediante una flecha de dos puntas -9- en la figura 1.

Como una característica técnica especial adicional de la invención, el sistema de iluminación -20- comprende además un controlador -24- para controlar el conjunto -7- de microlentes a efectos de realizar dicho movimiento -9- y para controlar el elemento -21- de formación de imágenes a efectos de formar las imágenes bidimensionales que varían en el tiempo, de modo sincrónico con dicho movimiento -9-, de tal manera que los micropuntos -17- describen y solidifican la zona predeterminada de la capa líquida -10- cuando dicho movimiento -9- es asimismo con respecto al objeto tangible -5- en construcción.

Tal como se deduce de lo anterior, el sistema -1- dado a conocer, que comprende el sistema de iluminación -20- descrito, puede utilizarse en un método según la reivindicación 1.

A continuación se hace referencia a las figuras 2A y 2B. La figura 2A muestra, en una vista en planta, una parte del conjunto -7- de microlentes de la figura 1 en un momento instantáneo durante la iluminación. La parte mostrada comprende una microlente -8- representada en el centro de la figura 2A, así como partes de ocho microlentes -8- que rodean la microlente central -8-. En el ejemplo de la figura 2A, los números de referencia -18- y -19- corresponden a "píxeles" de imágenes bidimensionales que varían en el tiempo formadas por el elemento -21- de formación de imágenes, por ejemplo, mediante un Dispositivo digital de microespejos (DMD). Los círculos rellenos en negro -18- en la figura 2A, corresponden a los píxeles para los que se genera la radiación en el momento instantáneo, mientras que los círculos sin rellenar -19- en la figura 2A corresponden a píxeles para los que no se ha generado radiación en el momento instantáneo. En la figura 2B se muestra que la microlente central -8- proyecta la radiación -18- que incide sobre la misma, en forma de un micropunto concentrado -17- correspondiente en la zona predeterminada de la capa líquida -10-. En una vista en planta, el micropunto concentrado -17- estará sustancialmente centrado con respecto a su microlente -8- correspondiente.

Tal como se ha explicado, durante un ciclo del método, el conjunto de microlentes se puede controlar para realizar dicho movimiento -9-, mientras que, de modo sincrónico, el elemento -21- de formación de imágenes se controla para formar las imágenes bidimensionales variables en el tiempo, de tal manera que durante dicho movimiento -9- los micropuntos -17- describen y solidifican la zona predeterminada de la capa líquida -10-. Durante dicho movimiento -9-, la parte de la trayectoria de la radiación emitida, antes de que la radiación alcance el conjunto de microlentes, se mantiene fija, en el ejemplo mostrado, con respecto a la capa líquida -10-. Esto significa que, durante

dicho movimiento -9-, los círculos rellenos en negro -18- y los círculos sin rellenar -19- en la figura 2A se desplazan con respecto al conjunto -7- de microlentes. No obstante, significa asimismo que los micropuntos -17- se desplazan también con respecto a la capa líquida -10-, dado que dichos micropuntos -17- se mantienen sustancialmente centrados con respecto a sus microlentes -8- correspondientes.

Con el objeto de evitar interferencias entre las microlentes -8- vecinas, dicho control puede incluir la detención dependiente del tiempo de la radiación proyectada para los píxeles en los que la radiación correspondiente sería incidente en las transiciones entre microlentes -8- vecinas, o próxima a dichas transiciones. Los círculos sin rellenar -19- en la figura 2A son una ilustración de esto.

En la figura 3 se facilita un ejemplo de una de las muchas posibilidades para dicho movimiento -9-. En el mismo, la microlente -8-, así como el micropunto -17- correspondiente, se están desplazando a lo largo de una trayectoria de movimiento -30- más o menos en esalón con respecto a la capa líquida -10-. De este modo, el micropunto -17- puede describir un cuadrado más o menos continuo similar a una parte de la zona bidimensional de la capa líquida -10-. Junto con los demás micropuntos -17- de las otras microlentes -8- del conjunto -7- de microlentes, los micropuntos -17- pueden describir y solidificar la zona predeterminada de la capa líquida -10-.

Preferentemente, pero no necesariamente, el método se lleva a cabo de tal modo que, por lo menos para uno de los ciclos del método, el sistema de proyección de imágenes proyecta las imágenes bidimensionales sobre el conjunto de microlentes de tal manera que la radiación correspondiente a las imágenes bidimensionales incide sobre el conjunto -7- de microlentes en una dirección que es sustancialmente ortogonal a dicho plano recto. En el ejemplo mostrado, esto se consigue porque el sistema de proyección de imágenes comprende una lente adicional -23- a este efecto. La lente adicional -23- puede estar dispuesta de tal modo que se mueve o no junto con el conjunto -7- de microlentes. Una ventaja de dicha radiación que incide de manera sustancialmente ortogonal es que asegura que los micropuntos -17- estarán centrados con precisión con respecto a sus microlentes -8- correspondientes, mejorando de este modo la precisión en la producción de los objetos -5-.

Preferentemente, el método se lleva a cabo con un conjunto de microlentes cuyas microlentes están dispuestas en filas equidistantes y columnas equidistantes, cuyas filas y columnas son perpendiculares entre sí, mientras que se lleva a cabo el método a continuación de tal modo que, por lo menos para uno de dichos ciclos del método, dicho movimiento del conjunto de microlentes es un movimiento rectilíneo que está inclinado con respecto a la dirección de las filas y las columnas. Dicha situación se muestra en las figuras 4A y 4B. La figura 4A muestra el conjunto -7- de microlentes, cuyas microlentes -8- están dispuestas en filas equidistantes y columnas equidistantes, cuyas filas y columnas son perpendiculares entre sí. El numeral de referencia -40- indica una zona de trabajo de la capa líquida -10-. La zona predeterminada de la capa líquida -10- que se tiene que solidificar está comprendida en esta zona de trabajo -40-. El movimiento rectilíneo que está inclinado con respecto a las direcciones de las filas y las columnas está indicado mediante la flecha -99- en la figura 4A. La figura 4A muestra la situación al inicio del movimiento durante un ciclo del método, mientras que la figura 4B muestra la situación al final del movimiento. En este caso, el sistema -22-, -23- de proyección de imágenes puede estar dispuesto de tal modo que las imágenes bidimensionales solamente serán proyectadas en el interior de la zona de trabajo -40-. Por lo tanto, en las figuras 4A y 4B, los micropuntos -17- (indicados mediante círculos rellenos en negro) solamente se producirán en el interior de la zona de trabajo -40-. En el exterior de la zona de trabajo -40- no se producirán micropuntos. Cada uno de los círculos sin rellenar -16- se refiere únicamente a una posición en la que se habría producido un micropunto si el sistema -22-, -23- de proyección de imágenes hubiera proyectado la radiación sobre la microlente -8- correspondiente. Se debe observar que en las figuras 4A y 4B todos los círculos situados en el interior de la zona de trabajo -40- son círculos rellenos en negro -17-. Esto se ha realizado solamente con fines ilustrativos. De hecho, si una posición particular en la zona de trabajo debe ser o no un micropunto, depende de la forma geométrica predeterminada del objeto -5- a producir.

En la figura 4B, los numerales de referencia -33- indican trayectorias de movimiento de los círculos -16- y -17- debido al desplazamiento -99- del conjunto -7- de microlentes con respecto a la capa líquida -10-. Las trayectorias de movimiento de los micropuntos -17- forman parte de estas trayectorias de movimiento -33- y están comprendidas en la zona de trabajo -40-. Es evidente que, gracias a la dirección inclinada del movimiento -99-, los micropuntos -17- podrán alcanzar la totalidad de la zona de trabajo -40- realizando el movimiento -99- solamente una vez. Se pueden seleccionar diversos ángulos de inclinación. Seleccionando las zonas superficiales de los micropuntos y el grado de inclinación del movimiento -99- y haciendo coincidir estas zonas superficiales con este grado de inclinación, se puede ajustar la precisión de producción de los objetos -5-. Asimismo, se puede ajustar de esta forma el tamaño requerido de la zona de trabajo. Por lo tanto, el método es potente en el sentido de que se pueden conseguir una alta precisión, así como diversos tamaños del objeto, con el mismo conjunto de microlentes. Además, el método es práctico y fiable dado que el movimiento inclinado es un movimiento sencillo de realizar.

Más preferentemente, el método se lleva a cabo de tal modo que la inclinación de dicho movimiento -99- está predeterminada, de tal manera que cuando el conjunto -7- de microlentes ha recorrido en su dirección de las filas una distancia correspondiente a un número entero predeterminado de columnas consecutivas, el conjunto -7- de microlentes ha recorrido asimismo en su dirección de las columnas una distancia correspondiente a un número entero predeterminado de filas consecutivas. Este es de hecho el caso del ejemplo de las figuras 4A y 4B, y se

puede ver que las trayectorias de movimiento individuales -33- de los círculos -16- ó -17- están alineadas entre sí para formar una cadena rectilínea de dichas trayectorias de movimiento -33-. De este modo se consigue muy eficientemente que la totalidad de la zona de trabajo esté cubierta mediante dichas trayectorias de movimiento. Esto es, solamente se tiene que llevar a cabo un movimiento -99- corto y sencillo.

5  
10  
15  
Como una ilustración de una sola de las muchas posibilidades, se facilita el siguiente ejemplo práctico. En este ejemplo, la zona de trabajo tiene unas dimensiones de 480 x 360 milímetros. El elemento de formación de imágenes está basado en un DMD que tiene 1.024 x 768 píxeles para cubrir esta zona de trabajo. El conjunto de microlentes tiene lentes equidistantes dispuestas en 280 x 181 columnas y filas. Cada lente tiene unas dimensiones de 2 x 2 milímetros. Por lo tanto, la zona de lentes del conjunto de microlentes tiene unas dimensiones de 560 x 362 mm. Aproximadamente 240 x 180 columnas y filas del conjunto de microlentes cubrirán la zona de trabajo. Cada microlente corresponde aproximadamente a 4 x 4 píxeles del DMD. El diámetro de los micropuntos es aproximadamente 50 micrómetros. La inclinación de dicho movimiento relativo rectilíneo -99- está predeterminada, de tal manera que cuando el conjunto de microlentes ha recorrido en su dirección de las filas una distancia de 80 milímetros, correspondiente a 40 columnas consecutivas, el conjunto de microlentes ha recorrido asimismo en su dirección de las columnas una distancia de 2 milímetros correspondiente a 1 fila.

20  
25  
Se destaca que se obtienen asimismo los efectos ventajosos de realizar el movimiento rectilíneo inclinado de los tipos tales como los descritos anteriormente con referencia a las figuras 4A y 4B cuando el método está adaptado porque, en vez de desplazar el conjunto de microlentes con respecto, por lo menos, a parte del sistema de proyección de imágenes y con respecto al objeto en construcción, el elemento de formación de imágenes y/o el sistema de proyección de imágenes se desplazan de forma controlable junto con el conjunto de microlentes con respecto al objeto en construcción. Por lo tanto, en dicho método adaptado, por ejemplo, el sistema de iluminación total se desplaza de forma controlable con respecto al objeto en construcción, por ejemplo desplazando el sistema de iluminación total con respecto al entorno mientras se mantiene el objeto en construcción fijo con respecto al entorno, o desplazando el objeto en construcción con respecto al entorno mientras se mantiene el sistema de iluminación total fijo con respecto al entorno.

30  
35  
Además, se destaca que el sistema de iluminación descrito puede utilizarse asimismo en otros métodos para la producción de objetos tangibles, cuyos otros métodos están adaptados con respecto a los métodos descritos anteriormente. Una de dichas adaptaciones es que, en vez de realizar repetidamente los ciclos del método descritos, solamente uno de dichos ciclos del método se realiza para la producción de solamente una única capa del objeto. Otra de dichas adaptaciones es que, en vez de disponer un depósito de líquido que contiene un líquido y en vez de crear una capa líquida, se aplica una lámina a un objeto en construcción, cuya lámina se ilumina a continuación parcialmente. Dicha iluminación puede dar como resultado directamente partes iluminadas de la lámina que se está solidificando. Alternativamente, dicha iluminación puede dar como resultado partes iluminadas de la lámina que son insolubles en un agente revelador (por ejemplo, agua), de tal manera que la capa requerida del objeto puede obtenerse aplicando dicho agente revelador a la lámina iluminada.

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la producción por capas de un objeto tangible (5), comprendiendo el método:
- disponer un depósito (2) de líquido que contiene un líquido (3); y
  - realizar repetidamente ciclos del método, comprendiendo cada ciclo del método las etapas de:
- 10 - solidificar una zona predeterminada de una capa líquida (10) del líquido (3), para obtener una capa sólida (14) del objeto tangible (5), teniendo de esta manera la capa sólida una forma predeterminada, y
- 15 - crear una capa líquida (10) sucesiva del líquido (3), paralela y adyacente a la capa sólida (14), para llevar a cabo dicho ciclo sucesivo del método para solidificar de manera similar una zona predeterminada de la capa líquida sucesiva, para obtener dicha capa sólida sucesiva adherida a la capa sólida (14);
- 20 - en el que la solidificación se lleva a cabo iluminando la zona predeterminada por medio de un sistema de iluminación (20) que comprende un elemento (21) de formación de imágenes que se puede controlar para formar imágenes bidimensionales variables en el tiempo, un sistema (22, 23) de proyección de imágenes y un conjunto (7) de microlentes que comprende microlentes (8) individuales que están dispuestas en las dos dimensiones de un plano recto, estando dispuesto el sistema de proyección de imágenes para proyectar las imágenes bidimensionales sobre el conjunto de microlentes de tal modo que cada una de las microlentes (8) individuales proyecta la radiación (18) incidente sobre la misma, en forma de correspondientes micropuntos concentrados (17) independientes, en la zona predeterminada de la capa líquida (10); y
- 25 - en el que, por lo menos, para uno de dichos ciclos del método, el conjunto (7) de microlentes está controlado para realizar un movimiento (9; 99) que es paralelo a dicho plano recto y con respecto al objeto (5) en construcción, mientras que de modo sincrónico el elemento (21) de formación de imágenes está controlado para formar las imágenes bidimensionales variables en el tiempo, de tal manera que durante dicho movimiento (9) del conjunto (7) de microlentes los micropuntos (17) describen y solidifican la zona predeterminada de la capa líquida (10), **caracterizado porque** dicho movimiento realizado por el conjunto de microlentes es con respecto, por lo menos, a parte del sistema (22, 33) de proyección de imágenes.
- 30
- 35 2. Método, según la reivindicación 1, en el que, por lo menos para uno de dichos ciclos del método, el sistema (22, 33) de proyección de imágenes proyecta las imágenes bidimensionales sobre el conjunto (7) de microlentes de tal manera que la radiación correspondiente a las imágenes bidimensionales incide sobre el conjunto de microlentes en una dirección que es ortogonal a dicho plano recto.
- 40 3. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las microlentes (8) del conjunto (7) de microlentes están dispuestas en filas equidistantes y en columnas equidistantes, cuyas filas y columnas son perpendiculares entre sí, y en el que, por lo menos para uno de dichos ciclos del método, dicho movimiento (99) del conjunto de microlentes es un movimiento rectilíneo que está inclinado con respecto a las direcciones de las filas y las columnas.
- 45 4. Método, según la reivindicación 3, en el que la inclinación de dicho movimiento (99) está predeterminada de tal manera que cuando el conjunto (7) de microlentes ha recorrido en su dirección de las filas una distancia correspondiente a un número entero predeterminado de columnas consecutivas, el conjunto (7) de microlentes ha recorrido asimismo en su dirección de las columnas una distancia correspondiente a un número entero predeterminado de filas consecutivas.
- 50 5. Sistema de iluminación para utilizarse en un sistema (1) de producción por capas de un objeto tangible (5) en un depósito de líquido (2) que contiene un líquido (3), estando dispuesto el sistema de iluminación (20) para iluminar una zona predeterminada de una capa líquida (10) del líquido (3) a efectos de solidificar la zona predeterminada para obtener una capa sólida (14) del objeto tangible (5), teniendo de este modo la capa sólida una forma predeterminada, en el que:
- 55 - el sistema de iluminación (20) comprende:
- 60 - un elemento (21) de formación de imágenes que se puede controlar para formar imágenes bidimensionales que varían en el tiempo,
- un sistema (22, 23) de proyección de imágenes, y
- 65 - un conjunto (7) de microlentes que comprende microlentes (8) individuales que están dispuestas en las dos dimensiones de un plano recto;

- el sistema (22, 23) de proyección de imágenes está dispuesto para proyectar las imágenes bidimensionales sobre el conjunto (7) de microlentes, de tal manera que cada una de las lentes individuales (8) proyecta la radiación (18) que incide sobre la misma, en forma de correspondientes micropuntos concentrados (17) independientes, en la zona predeterminada de la capa líquida (10);

5 - el conjunto (7) de microlentes se puede controlar para realizar un movimiento (9) que es paralelo a dicho plano recto; y

10 - el sistema de iluminación (20) comprende además un controlador (24) para controlar el conjunto (7) de microlentes a efectos de realizar dicho movimiento (9; 99) y para controlar el elemento (21) de formación de imágenes a efectos de formar las imágenes bidimensionales que varían en el tiempo, de modo sincrónico con dicho movimiento, de tal manera que los micropuntos (17) describen y solidifican la zona predeterminada de la capa líquida (10) cuando dicho movimiento (9; 99) es asimismo con respecto al objeto tangible (5) en construcción, **caracterizado porque** dicho movimiento es con respecto, por lo menos, a parte del sistema (22, 23) de proyección de imágenes.

15 6. Sistema de iluminación, según la reivindicación 5, en el que el sistema (22, 23) de proyección de imágenes está dispuesto para proyectar las imágenes bidimensionales sobre el conjunto (7) de microlentes de tal manera que la radiación correspondiente a las imágenes bidimensionales incide sobre el conjunto de microlentes en una dirección que es sustancialmente ortogonal a dicho plano recto.

20 7. Sistema para la producción por capas de un objeto tangible (5), que comprende un sistema de iluminación (20) según la reivindicación 5 ó 6, un depósito (2) de líquido para contener un líquido (3), un soporte (11) del producto para soportar el producto (5) en construcción, y un accionador (12) para desplazar el soporte (11) del producto con respecto al depósito (2) de líquido.

25



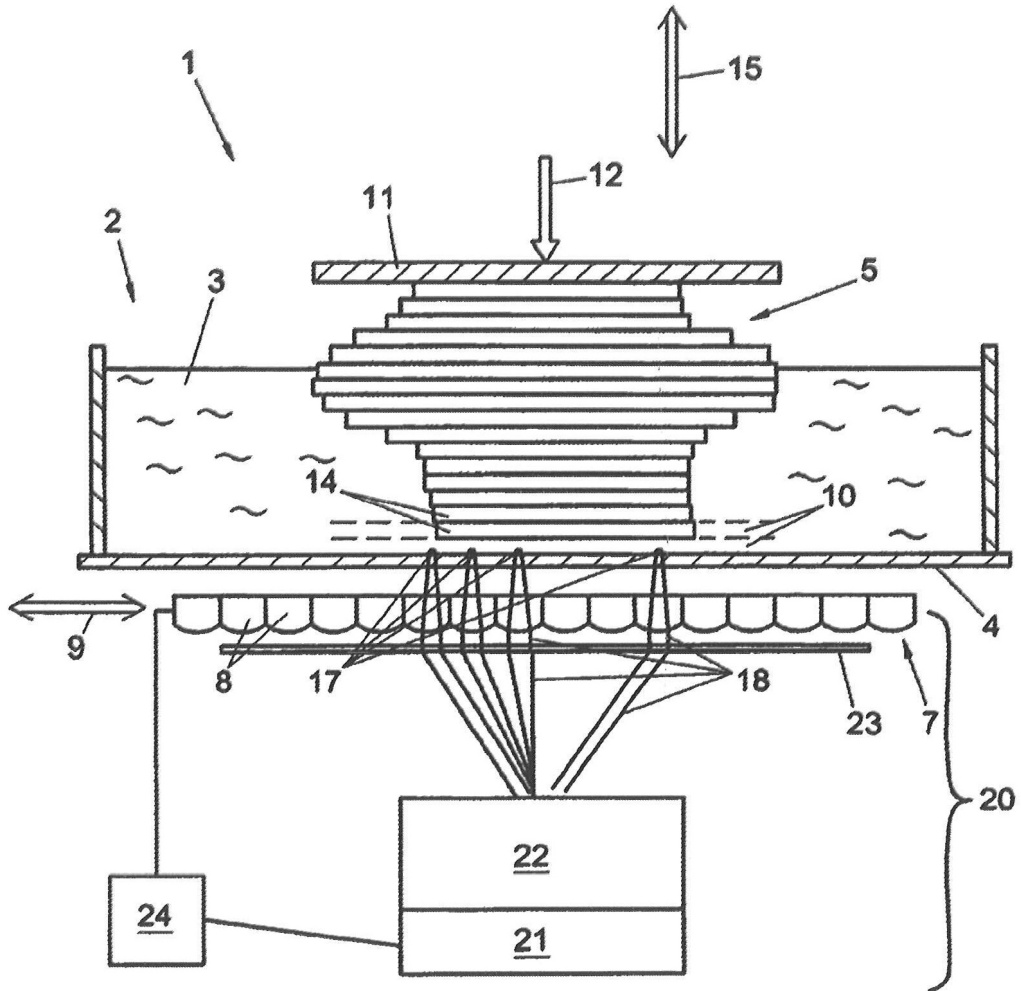


FIG. 1

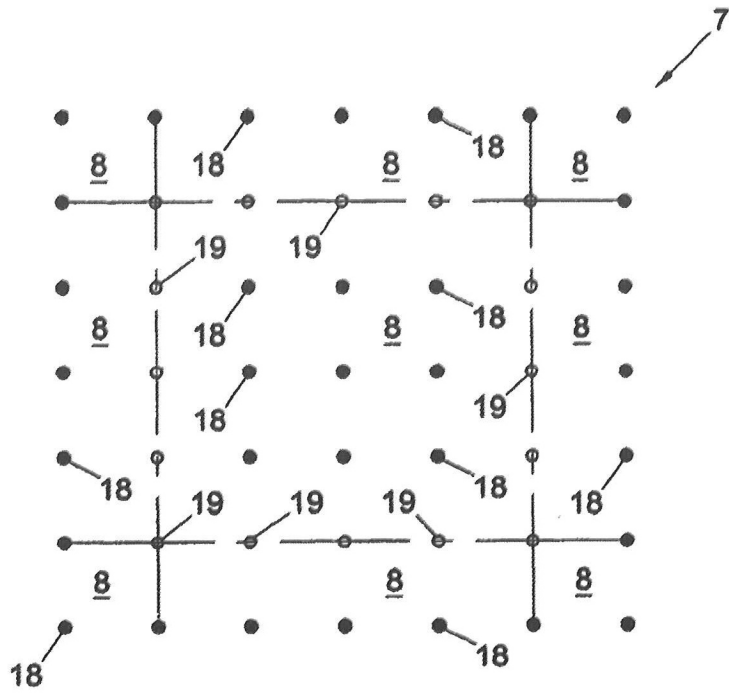


FIG. 2A

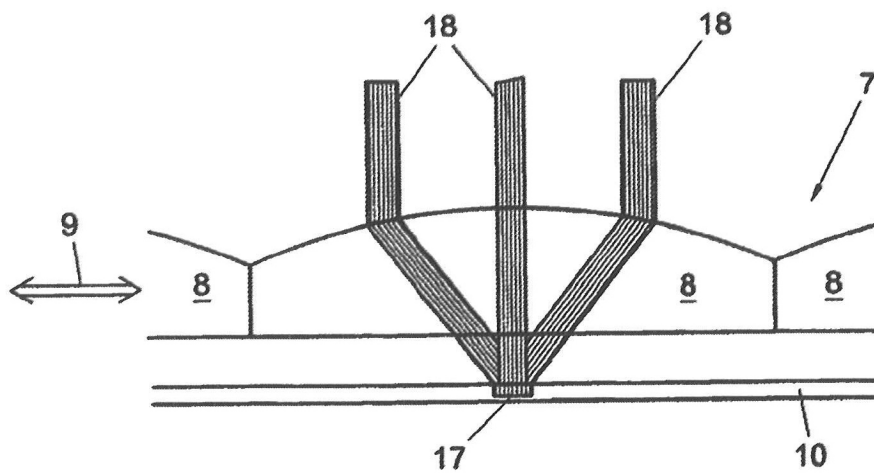


FIG. 2B

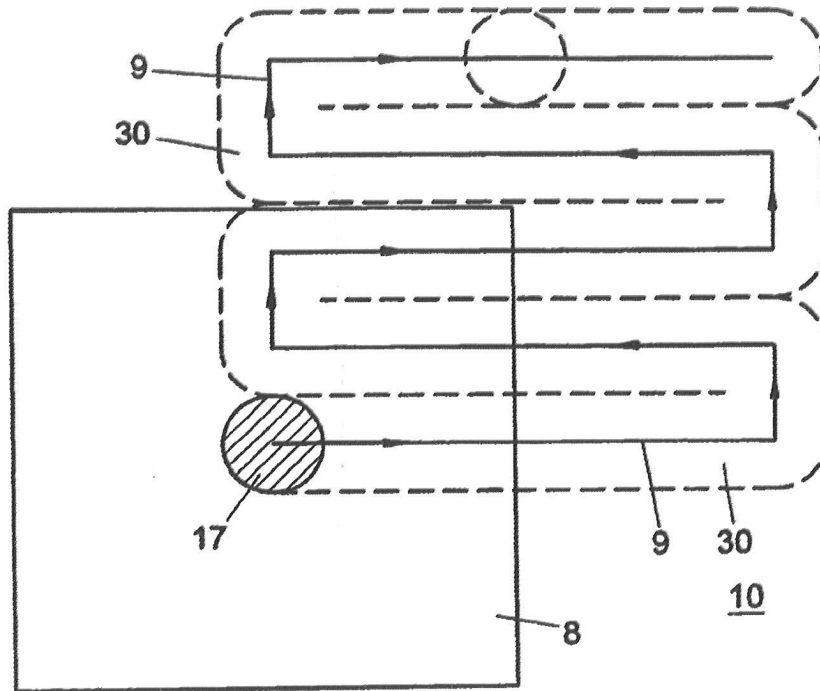


FIG. 3

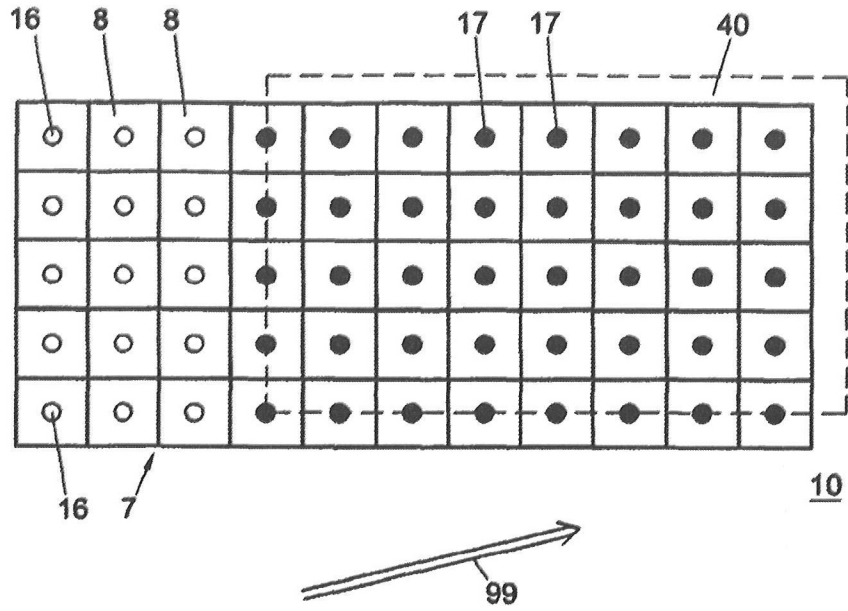


FIG. 4A

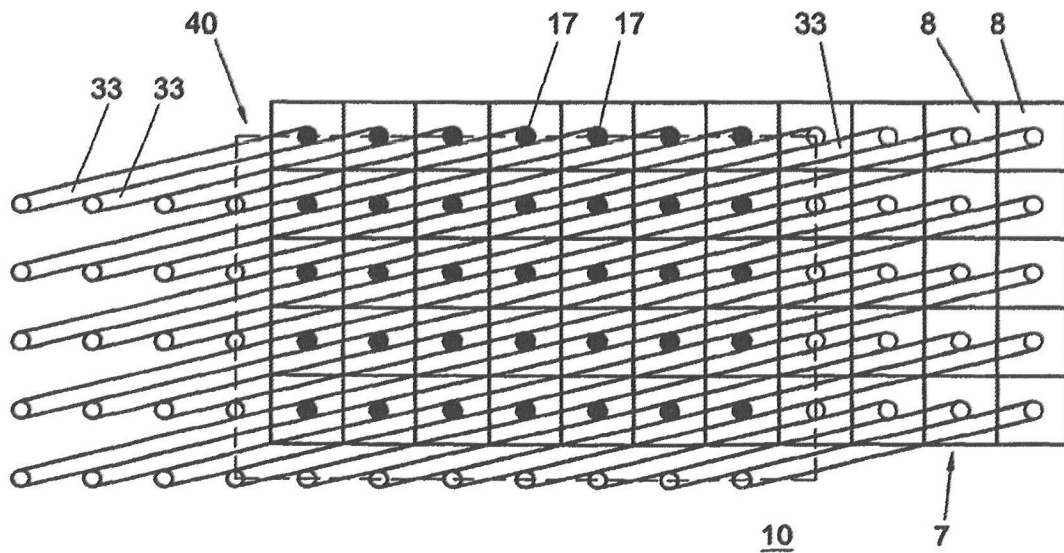


FIG. 4B