

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 071**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.04.2012 PCT/IB2012/000775**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.10.2012 WO12143785**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2012 E 12724705 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016 EP 2699407**

54 Título: **Máquina de estereolitografía para la producción de un objeto tridimensional y método de estereolitografía aplicable a dicha máquina**

30 Prioridad:

20.04.2011 IT VI20110099

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

29.03.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

COSTABEBER, ETTORE, MAURIZIO

74 Agente/Representante:

MARINA, Gómez Calvo

ES 2 607 071 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

Máquina de estereolitografía para la producción de un objeto tridimensional y método de estereolitografía aplicable a dicha máquina

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una máquina de estereolitografía y un método de estereolitografía aplicable a dicha máquina de estereolitografía.

[0002] Como se sabe, la técnica de la estereolitografía se utiliza para producir objetos tridimensionales a través de la deposición sucesiva de varias capas de una resina líquida fotosensible capaz de polimerizarse a través de la exposición a una fuente luminosa.

10 **[0003]** En concreto, cada capa de resina se superpone a la capa precedente del objeto tridimensional que se va a producir y se le permite solidificarse de forma selectiva en los puntos correspondientes al volumen del propio objeto.

[0004] Una máquina de estereolitografía según un modo de realización conocido comprende un recipiente adecuado para contener dicha resina líquida y provisto de un fondo transparente.

15 **[0005]** También hay una fuente luminosa, generalmente un emisor láser o un proyector, capaz de irradiar de forma selectiva la capa de resina líquida dispuesta de forma adyacente al fondo del recipiente para que se solidifique.

[0006] La máquina también comprende una placa de modelado adecuada para soportar las capas solidificadas del objeto tridimensional, asociada con medios de accionamiento adecuados para proporcionar movimiento a la placa en una dirección perpendicular al fondo del recipiente.

20 **[0007]** Según un método de estereolitografía del tipo conocido en el que se utiliza la máquina mencionada anteriormente, en primer lugar se dispone la placa de modelado a una distancia del fondo del recipiente que es igual al grosor de la capa que se va a solidificar.

[0008] Sucesivamente, se irradia de forma selectiva la capa de resina líquida adyacente al fondo del recipiente mediante una fuente luminosa con el fin de solidificarla.

25 **[0009]** La placa de modelado se configura para que la capa solidificada se adhiera a ella mientras que, por el contrario, el fondo del recipiente está provisto de un recubrimiento que reduce dicha adhesión.

[0010] La placa de modelado se aleja sucesivamente del fondo del recipiente para que la capa solidificada emerja de la resina líquida y, por tanto, para que sea posible restaurar el grosor de la resina líquida que es necesaria para elaborar una capa sucesiva del objeto.

30 **[0011]** De hecho, levantar la placa de modelado y la capa solidificada significa dejar una depresión en la resina líquida, que se rellena con el flujo espontáneo de la propia resina.

35 **[0012]** Dicha acción de nivelación restaura el grosor de la resina líquida que es necesario para solidificar una nueva capa del objeto y, además, evita que queden burbujas de aire atrapadas en la resina líquida durante la bajada sucesiva de la placa de modelado, lo que puede afectar a la integridad de la capa sucesiva del objeto tridimensional.

[0013] Una vez completada dicha nivelación espontánea, se sumerge de nuevo la placa de modelado en la resina líquida y se solidifica otra capa del objeto.

40 **[0014]** El método descrito anteriormente presenta la desventaja de que el tiempo de elaboración total del objeto tridimensional se prolonga considerablemente debido al tiempo de espera necesario tras la solidificación de cada capa del objeto para que la resina líquida se nivele.

[0015] Dado que el número de capas que forman el objeto obtenido por estereolitografía puede alcanzar varios centenares, puede entenderse que los tiempos de espera anteriormente mencionados resultan en un incremento considerable del tiempo de elaboración.

45 **[0016]** Obviamente, los tiempos de espera son proporcionales a la viscosidad de la resina líquida. En consecuencia, la desventaja mencionada anteriormente es especialmente importante cuando se utilizan resinas

del tipo denominado "híbrido", que comprenden partículas de cerámica u otros materiales mezclados con el componente polimérico.

5 [0017] Dichas resinas líquidas son adecuadas para producir objetos con gran resistencia mecánica, pero por otra parte su viscosidad es mucho mayor en comparación con las otras resinas utilizadas comúnmente en la estereolitografía.

[0018] En un modo de realización conocido, descrito en la solicitud de patente WO 2010/045950 y en el que se basa el preámbulo de la reivindicación 1, la máquina de estereolitografía incluye un depósito rotatorio circular y una paleta de nivelación fija dispuesta en contacto con la resina, que se desarrolla de forma radial con respecto al depósito.

10 [0019] Antes de la solidificación de cada capa, se rota el depósito para que la paleta de nivelación rellene la depresión que deja la placa de modelado cuando esta se levanta.

[0020] Este modo de realización presenta la desventaja de que el diámetro del depósito es al menos el doble de largo que la paleta y, por consiguiente, ocupa un espacio considerablemente mayor en comparación con la superficie mínima requerida para modelar.

15 [0021] El objetivo de la presente invención es superar todas las desventajas de la técnica conocida que se han descrito anteriormente.

[0022] En concreto, la presente invención tiene por objeto proporcionar un método de estereolitografía y una máquina de estereolitografía que hacen posible producir un objeto tridimensional a través de la solidificación de una sustancia fluida en capas, de forma más rápida que cuando se emplea el método del tipo conocido descrito anteriormente.

20

[0023] La invención también tiene por objeto limitar las dimensiones totales de la máquina en comparación con las máquinas del tipo conocido.

[0024] Los objetos mencionados anteriormente se obtienen mediante una máquina de estereolitografía para la producción de un objeto tridimensional en capas según la reivindicación 1.

25 [0025] Los objetos descritos anteriormente también se obtienen mediante un método de estereolitografía adecuado para aplicarse a la máquina de estereolitografía descrita anteriormente, según la reivindicación 3.

[0026] Se describen otros detalles y características de la invención en las correspondientes reivindicaciones dependientes.

30 [0027] De forma ventajosa, el método y la máquina con son objeto de la invención hacen posible producir un objeto tridimensional en un tiempo total que es sustancialmente independiente de la viscosidad de la sustancia fluida utilizada.

[0028] En consecuencia, de forma ventajosa, la invención es especialmente adecuada para utilizarse con sustancias líquidas de gran viscosidad como, por ejemplo, las resinas híbridas mencionadas anteriormente, o con sustancias pastosas fluidas cuya viscosidad es todavía mayor.

35 [0029] Todavía de forma ventajosa, las dimensiones totales reducidas hacen posible utilizar la máquina en espacios más pequeños.

[0030] Dichos objetos y ventajas, junto con otros que se destacarán posteriormente, se ilustran en la descripción de algunos modos de realización preferidos de la invención que se proporcionan mediante ejemplos no limitativos con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

40 – Las figuras 1 a 6 muestran vistas laterales esquemáticas de la máquina de estereolitografía de la invención en diferentes configuraciones de funcionamiento.

[0031] El método de la invención se describe con referencia a una máquina de estereolitografía indicada en su conjunto por **1** en la figura 1, que comprende un recipiente **2** que contiene una sustancia fluida **3** adecuada para solidificarse a través de la exposición a una radiación predefinida **4a**.

45 [0032] Queda especificado a partir ahora que el término "sustancia fluida" se refiere a una sustancia adecuada para distribuirse en el recipiente **2** para que su superficie adquiera una forma sustancialmente plana, por ejemplo

como la de una sustancia líquida o pastosa. La sustancia fluida **3** es preferiblemente pero no necesariamente una resina líquida polimérica fotosensible y la radiación predefinida es radiación luminosa.

[0033] En concreto, dicha resina es del tipo denominado "híbrido", que comprende partículas en cerámica u otros materiales capaces de incrementar la resistencia mecánica de la resina una vez se ha solidificado.

5 **[0034]** No obstante, el método y la máquina de la invención pueden utilizarse con una sustancia fluida de cualquier tipo, siempre que sea capaz de solidificarse tras la exposición a radiación predefinida.

[0035] La máquina **1** también comprende medios **4** adecuados para emitir la radiación predefinida **4a**, capaz de irradiar de forma selectiva una capa de la sustancia fluida **3** que tiene un grosor predefinido y se dispone de forma adyacente al fondo **2a** del recipiente **2** con el fin de solidificarla.

10 **[0036]** Los medios de emisión **4** se disponen bajo el recipiente **2** y están configurados para dirigir la radiación predefinida **4a** hacia el fondo **2a** del recipiente **2**, que es transparente a la radiación, como se muestra en la figura 2.

15 **[0037]** Preferiblemente, si la sustancia fluida **3** es una resina fotosensible, los medios de emisión **4** comprenden un emisor de luz láser **3** asociado con medios adecuados para dirigir el haz de luz hacia cualquier punto de la anteriormente mencionada capa de la sustancia fluida **3**. Según un ejemplo de modo de realización de la invención no ilustrado en el presente documento, los medios de emisión **4** comprenden un proyector adecuado para generar una imagen luminosa correspondiente a la superficie de la capa de la sustancia fluida **3** que se va a solidificar.

20 **[0038]** La máquina de estereolitografía **1** también comprende una placa de modelado **5** enfrentada al fondo **2a** del recipiente **2** y adecuada para soportar el objeto tridimensional **11** que se está formando.

[0039] La placa de modelado **5** está asociada con medios de accionamiento **7** adecuados para moverla con respecto al fondo **2a** según una dirección de modelado **X** que es perpendicular al mismo fondo **2a**.

[0040] En concreto, la placa de modelado **5** está configurada de tal forma que la sustancia fluida **3** se adhiere a ella una vez se ha solidificado.

25 **[0041]** Por el contrario, el fondo **2a** del recipiente **2** está hecho preferiblemente de un material que previene dicha adhesión.

[0042] La placa de modelado **5** se sumerge en la sustancia fluida **3** hasta que se dispone a una distancia del fondo **2a** que es igual al grosor de la capa solidificada que se va a obtener.

30 **[0043]** La capa de la sustancia fluida **3** se irradia entonces de forma selectiva con el fin de obtener una capa solidificada **6**, que se adhiere a la placa de modelado **5**, como se muestra en las figuras 2 y 3.

[0044] De forma sucesiva, se levanta la placa de modelado **5** de tal forma que la capa solidificada **6** se aleja del fondo **2a** hasta que emerge de la sustancia fluida **3**, como se muestra en la figura 4.

35 **[0045]** Tras el alejamiento anteriormente mencionado de la capa solidificada **6** con respecto al fondo **2a**, en la sustancia fluida **3** que se encuentra en el recipiente **2** todavía hay una zona deprimida **3a** al nivel de la posición ocupada previamente por la placa de modelado **5** y/o por el objeto tridimensional **11** que se está formando. Según el método de la invención, para rellenar la depresión **3a** mencionada anteriormente, la sustancia fluida **3** se redistribuye en el recipiente **2** empujando la sustancia fluida **3** hacia la depresión **3a** a través de medios de nivelación **8** dispuestos en contacto con la sustancia fluida **3**.

40 **[0046]** En concreto, dichos medios de nivelación **8** están asociados con medios de fuerza, no mostrados aquí pero conocidos *per se*, configurados para moverlos con respecto al fondo **2a** del recipiente **2** en contacto con la sustancia fluida **3**, para redistribuir esta última como se ha descrito anteriormente.

[0047] De forma sucesiva, se baja de nuevo la placa de modelado **5** y se repiten las operaciones descritas anteriormente con el objetivo de obtener la solidificación de otra capa del objeto **11**.

45 **[0048]** Puede entenderse que los medios de nivelación **8** mencionados anteriormente hacen posible rellenar la depresión **3a** de forma mucho más rápida en comparación con el método conocido descrito anteriormente, en el que la acción de relleno se debe a la redistribución espontánea de la sustancia fluida.

- [0049] En consecuencia, se reduce considerablemente el tiempo de espera para la nivelación de la sustancia fluida **3** tras la solidificación de cada capa del objeto, alcanzándose así el objetivo de reducir el tiempo de elaboración total en comparación con el tiempo requerido por los métodos del tipo conocido.
- 5 [0050] En concreto, cuanto más elevada sea la viscosidad de la sustancia fluida **3** utilizada, más corto será el tiempo de elaboración total.
- [0051] En consecuencia, el método de la invención es especialmente adecuado para utilizarse cuando la sustancia fluida **3** es una resina híbrida con elevada viscosidad, como se ha explicado anteriormente.
- 10 [0052] Preferiblemente, los medios de nivelación **8** se ponen en contacto con la superficie de la sustancia fluida **3** en una zona donde el nivel es mayor que el nivel de la sustancia fluida **3** a la altura de la depresión **3a**, con el fin de poder empujar la sustancia fluida **3** hacia la depresión **3a**.
- [0053] Además, el recipiente **2** puede moverse en una dirección de movimiento **Y** con respecto a la placa de modelado **5**.
- 15 [0054] Los medios de nivelación **8** comprenden dos paletas **9**, **10** que se disponen en lados opuestos con respecto a la placa de modelado **5** y que se desarrollan principalmente según una dirección longitudinal perpendicular a dicha dirección de movimiento **Y**. Preferiblemente, la longitud de las paletas **9**, **10** se corresponde con la anchura del recipiente **2**.
- [0055] En las figuras, se muestran las paletas **9** y **10** en una vista lateral y, en consecuencia, su dirección longitudinal es perpendicular al plano de las propias figuras.
- 20 [0056] Obviamente, las paletas **9**, **10** pueden tener cualquier forma, incluso distinta de la que se muestra en las figuras, siempre que sea adecuada para entrar en contacto con la superficie de la sustancia fluida **3** que se encuentra en el recipiente **2** con el fin de nivelarla.
- [0057] La redistribución de la sustancia fluida **3** se lleva a cabo manteniendo las paletas **9**, **10** fijas y moviendo el recipiente **2** en dicha dirección de movimiento **Y**, como se muestra en las figuras 5 y 6.
- 25 [0058] De esta forma, la paleta que está dispuesta aguas arriba de la depresión **3a** con respecto a la dirección de movimiento empuja la sustancia fluida **3** hacia la depresión, rellenando así esta última, como se muestra en la figura 6.
- [0059] De forma ventajosa, la presencia de dos paletas **9** y **10** hace posible redistribuir la sustancia fluida **3** en cualquiera de las dos direcciones de movimiento del recipiente **2**, evitando así la necesidad de volver a poner el recipiente **2** en su posición inicial antes de solidificar cada capa.
- 30 [0060] De forma más precisa, tras la solidificación de una capa, se mueve el recipiente **2** para que la zona en la que se encuentra la depresión **3a**, visible en la figura 5, se desplace con respecto a la placa de modelado **5**, alineando así con la última una zona diferente del recipiente **2** no afectada por la depresión **3a**, como se muestra en la figura 6.
- [0061] La solidificación de la capa sucesiva puede así tener lugar al nivel de esta nueva zona del recipiente **2**.
- 35 [0062] Al mismo tiempo, durante el movimiento del recipiente **2**, se rellena la depresión **3a** para que la zona anterior pueda utilizarse en la solidificación sucesiva de otra capa.
- [0063] Obviamente, la posibilidad de redistribuir la sustancia fluida **3** al mismo tiempo que se mueve el recipiente **2** en cada uno de dos sentidos opuestos hace posible utilizar el recipiente **2** cuya superficie es más pequeña en comparación con la del recipiente circular utilizado en la técnica conocida.
- 40 [0064] De hecho, el recipiente **2** puede tener una forma rectangular cuya longitud, según la dirección de movimiento **Y**, es igual a aproximadamente el doble de la dimensión mínima requerida para modelar, y cuya anchura es aproximadamente igual a dicha dimensión mínima.
- [0065] Por el contrario, en las máquinas del tipo conocido que utilizan un depósito circular, el diámetro mínimo del recipiente debe ser igual a aproximadamente el doble de dicha dimensión mínima.
- 45 [0066] Preferiblemente, los medios de fuerza de las paletas **9** y **10** están configurados para que cada paleta pueda sumergirse en la sustancia fluida **3** y extraerse de la misma independientemente de la otra paleta.

[0067] De esta forma, ventajosamente, la redistribución de la sustancia fluida **3** puede llevarse a cabo utilizando solamente la paleta que, con respecto a la placa de modelado **5**, se dispone aguas abajo según la dirección de movimiento **Y** del recipiente **2** o, en otras palabras, aguas arriba de la depresión **3a**.

5 **[0068]** De esta forma, se evita que la otra paleta empuje la sustancia fluida **3** alejándola de la depresión **3a** y se facilita el proceso de redistribución.

[0069] Lo anterior muestra claramente que la invención cumple con todos los objetivos establecidos.

10 **[0070]** En concreto, el uso de medios de nivelación para rellenar la depresión presente en la sustancia fluida tras la solidificación de cada capa del objeto hace posible reducir el tiempo de espera antes de la solidificación de la capa sucesiva. Por consiguiente, el tiempo total necesario para producir el objeto tridimensional se reduce considerablemente en comparación con el tiempo necesario cuando se utilizan los métodos de estereolitografía del tipo conocido, y dicha reducción del tiempo se incrementa cuanto más elevada es la viscosidad de la sustancia fluida. Además, la presencia de dos paletas dispuestas en correspondientes lados opuestos de la placa de modelado hace posible nivelar la sustancia fluida a través de un movimiento alternado del recipiente en dos sentidos opuestos, evitando así la necesidad de utilizar un recipiente circular que es bastante voluminoso.

15 **[0071]** El método y la máquina que son objeto de la invención pueden estar sujetos a otros cambios que, incluso aunque no se describan en el presente documento y no se ilustren en los dibujos, deben considerarse protegidos por la presente patente, siempre que se encuentren en el alcance de las siguientes reivindicaciones.

20 **[0072]** Cuando las características técnicas mencionadas en cualquier reivindicación van seguidas de signos de referencia, dichos signos de referencia se han incluido con el único objetivo de incrementar la inteligibilidad de las reivindicaciones y, por consiguiente, dichos signos de referencia no tienen ningún efecto limitador sobre la protección de cada elemento identificado a modo de ejemplo por dichos signos de referencia.

REIVINDICACIONES

1. Máquina de estereolitografía (1) que comprende:

- 5 - un recipiente (2) para una sustancia fluida (3) en estado líquido o pastoso adecuada para solidificarse a través de la exposición a una radiación predefinida (4a);
- medios (4) para emitir dicha radiación predefinida (4a), adecuados para irradiar de forma selectiva una capa de dicha sustancia fluida (3) que tiene un grosor predefinido y se dispone de forma adyacente al fondo (2a) de dicho recipiente (2) con el fin de solidificarla;
- 10 - una placa de modelado (5) adecuada para soportar dicha capa solidificada (6);
- medios de accionamiento (7) adecuados para mover dicha placa de modelado (5) con respecto a dicho fondo (2a) al menos según una dirección de modelado (X) que es perpendicular a dicho fondo (2a);
- medios de nivelación (8) asociados con medios de fuerza configurados para mover dichos medios de nivelación (8) con respecto a dicho fondo (2a) de dicho recipiente (2) en contacto con dicha sustancia fluida (3) para que dicha sustancia fluida (3) se redistribuya en dicho recipiente (2); estando configurados dichos medios de fuerza para mover dicho recipiente (2) en cada uno de los dos sentidos opuestos de una dirección de movimiento (Y); donde dichos medios de nivelación (8) comprenden al menos dos paletas (9, 10) que se desarrollan principalmente según una dirección longitudinal perpendicular a dicha dirección de movimiento (Y), **caracterizados porque** dichas al menos dos paletas (9, 10) están dispuestas en dos lados opuestos correspondientes con respecto a dicha placa de modelado (5).

- 25 **2. Máquina de estereolitografía (1) según la reivindicación 1), caracterizada porque** dichos medios de fuerza están configurados para mover cada una de dichas paletas (9, 10) perpendiculares a dicho fondo (2a) y sumergirla en dicha sustancia líquida (3) y extraerla de ella, independientemente de la otra de dichas paletas (9, 10).

3. Método para producir un objeto tridimensional (11) en capas mediante una máquina de estereolitografía (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende las siguientes operaciones:

- 30 - irradiar de forma selectiva una primera de dichas capas de sustancia fluida (3) de forma que se obtenga una correspondiente de dichas capas solidificadas (6);
- alejar dicha capa solidificada (6) de dicho fondo (2a) para hacer que emerja de dicha sustancia fluida (3);
- redistribuir dicha sustancia fluida (3) en dicho recipiente (2) moviendo dichos medios de nivelación (8) con respecto a dicho recipiente (2) y poniéndolos en contacto con dicha sustancia fluida (3) para rellenar la depresión (3a) causada por el levantamiento de dicha capa solidificada (6);
- 35 - repetir las operaciones descritas anteriormente para una segunda de dichas capas; donde dicho proceso de redistribución comprende dos movimientos de dicho recipiente (2) realizados según sentidos mutuamente opuestos de dicha dirección de movimiento (Y).

- 40 **4. Método según la reivindicación 3), donde durante cada uno de dichos dos movimientos la paleta (9, 10) dispuesta aguas abajo de dicha depresión (3a) según la correspondiente dirección de movimiento (Y) se mantiene levantada con respecto a dicha sustancia fluida (3).**

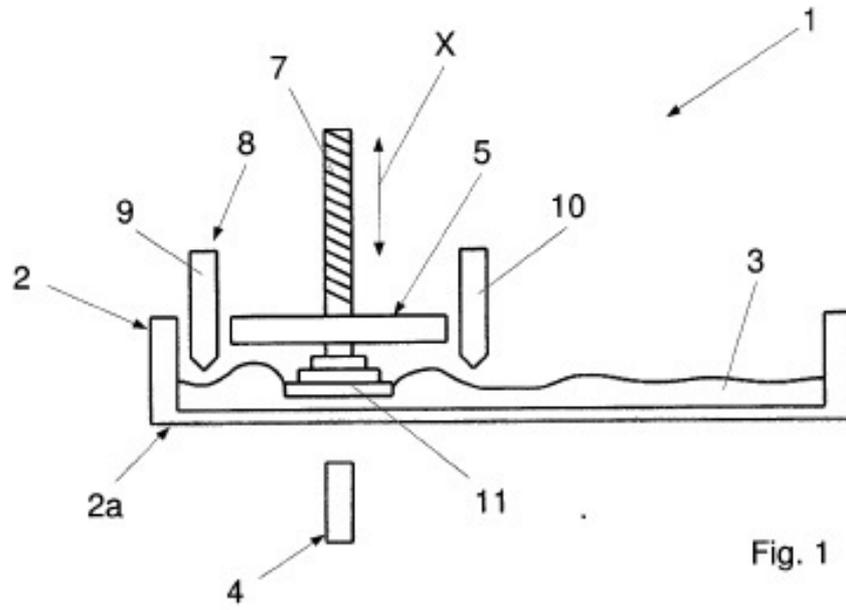


Fig. 1

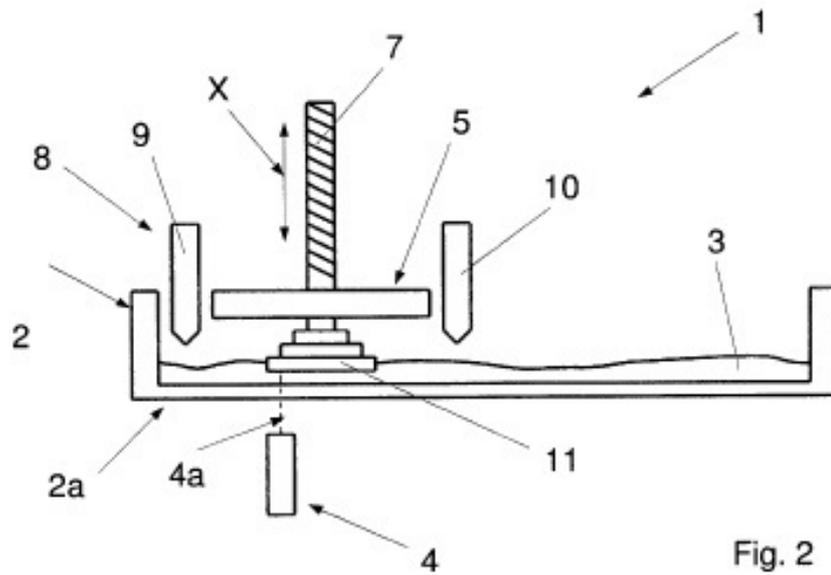


Fig. 2

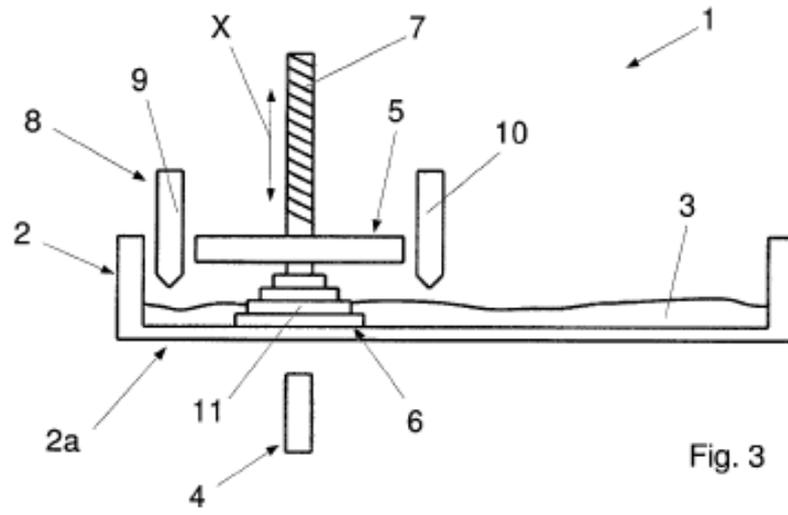


Fig. 3

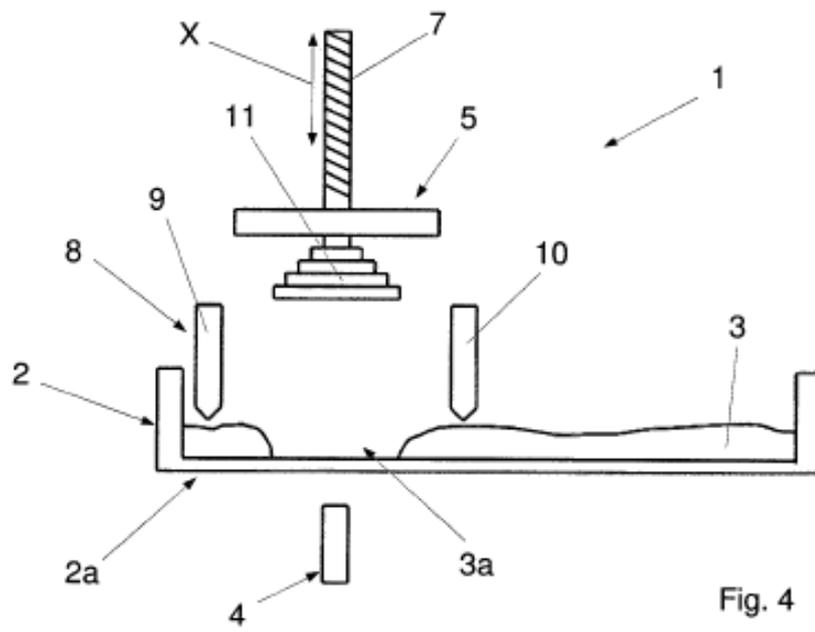


Fig. 4

