

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 272**

51 Int. Cl.:

B29C 64/129 (2007.01)

B29C 64/255 (2007.01)

B29C 64/307 (2007.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

B29C 31/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2015 PCT/EP2015/067710**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2016 WO16016443**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2015 E 15745478 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 3174690**

54 Título: **Dispositivo de estereolitografía con unidad constructiva de recipiente**

30 Prioridad:

01.08.2014 DE 102014215213

01.08.2014 DE 102014215218

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

11.03.2021

73 Titular/es:

**BEGO BREMER GOLDSCHLÄGEREI WILH.-
HERBST GMBH & CO KG (100.0%)**

**Wilhelm-Herbst-Strasse 1
28359 Bremen, DE**

72 Inventor/es:

**LAMBRECHT, HEINZ y
TREGUBOW, SERGEJ**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 811 272 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

Dispositivo de estereolitografía con unidad constructiva de recipiente

5 La invención se refiere a un dispositivo de estereolitografía, que comprende: un recipiente para alojar un material líquido curable por irradiación, una placa de sustrato, un equipo actuador para generar un movimiento relativo entre el recipiente y la placa de sustrato, y un dispositivo de irradiación para la irradiación selectiva del material dispuesto en el recipiente.

10 Un aspecto adicional de la invención es un procedimiento para producir cuerpos de moldeo tridimensionales mediante estereolitografía, con las etapas: fijar un recipiente con un material líquido curable por irradiación dispuesto en este a un dispositivo de bastidor, producir capa por capa el cuerpo de moldeo tridimensional repitiendo varias veces una secuencia de etapas con las etapas: mover relativamente una placa de sustrato fijada de manera desmontable al dispositivo de bastidor respecto al recipiente por medio de un equipo actuador fijado al dispositivo de bastidor por un
15 espesor de capa predeterminado, rellenar un espacio intermedio que se produce por el movimiento relativo con el material líquido, y curar selectivamente el material dispuesto en el espacio intermedio al irradiarse selectivamente el material en áreas que van a curarse por medio de un dispositivo de irradiación fijado al dispositivo de bastidor.

20 Los equipos y procedimientos de estereolitografía de este tipo sirven para producir objetos tridimensionales. La estereolitografía usa en principio como material de partida un medio líquido, que puede curarse por la acción de una radiación, así, puede ponerse en un estado sólido. Típicamente, en estereolitografía se utilizan plásticos de curado por luz, tales como, por ejemplo, sistemas de resina a base de acrilato o a base de epoxi. Sin embargo, también pueden emplearse todos los demás tipos de materiales curables por radiación. Para curar se usa una radiación que se utiliza como luz visible, luz UV o cualquier otra radiación electromagnética con una longitud de onda adecuada para
25 curar el material.

A este respecto, la estereolitografía sigue el principio de que un cuerpo de moldeo tridimensional se construye capa por capa al producirse capas sucesivas del material curable. A este respecto, las capas se curan de tal manera que respectivamente una sección transversal correspondiente a través del cuerpo de moldeo queda expuesta a la radiación y, por lo tanto, se cura selectivamente. Al mismo tiempo que este endurecimiento, los porcentajes de capa curados selectivamente están conectados a una capa producida anteriormente en la etapa. Este principio se implementa funcionalmente de tal manera que el cuerpo de moldeo se construye sobre una placa de sustrato, que se baja sucesivamente en un espesor de capa en un baño líquido hecho del material curable, curándose selectivamente, así, en áreas parciales predeterminadas, después de cada bajada capa por capa de la placa de sustrato mediante
30 irradiación selectiva correspondiente del material líquido, que se ha movido en el espacio formado por la bajada capa por capa de la placa de sustrato.

El documento US 4.575.330 muestra un tal dispositivo de estereolitografía en la fig. 3, que funciona según el principio de la bajada sucesiva de una placa de sustrato en un baño de líquido y que, por ello, cura selectivamente capas de líquido que se forman respectivamente en la superficie del baño de líquido para producir capa por capa, por ello, el cuerpo de moldeo. Por el contrario, en la fig. 4 de la misma publicación está mostrado un principio opuesto, en el que una placa de sustrato se eleva sucesivamente en un baño de líquido y el cuerpo de moldeo se construye en el lado inferior de la placa de sustrato al irradiarse las nuevas capas de líquido que se forman por la elevación sucesiva capa por capa de la placa de sustrato a través de una superficie de fondo permeable a la radiación de la cubeta que aloja el líquido.
45

Por el documento DE 94 15 849 U se conoce un dispositivo de estereolitografía que prevé una irradiación de una capa que va a solidificarse, respectivamente cerca de la superficie del baño, del líquido. Una placa de soporte está dispuesta por debajo de esta superficie de baño y se baja verticalmente durante el proceso de producción por medio de un equipo de accionamiento que está conectado de forma desmontable a la placa de sustrato a través de una barra de retención. La barra de retención está guiada a través del fondo del recipiente. Después de que se haya liberado el acoplamiento entre el equipo de accionamiento y la barra de retención, el recipiente con la placa de sustrato que queda en este puede moverse a lo largo de los rieles y reemplazarse. Este documento revela un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1 y un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 13.
50

Básicamente, estos dos principios son apropiados para la producción de prototipos individuales por medio del procedimiento de estereolitografía. Sin embargo, presentan distintas desventajas que son un obstáculo para un manejo práctico y una rápida implementación del proceso de estereolitografía. Así, por una parte, en el caso del procedimiento de estereolitografía con bajada de la plataforma y exposición desde arriba es necesaria una gran cantidad de líquido en la cubeta de líquido, y la extracción del cuerpo de moldeo terminado así como la evacuación de material líquido no curado de las cavidades representa un proceso complejo y difícil de manejar. En el caso de la estereolitografía con elevación de la plataforma y exposición desde abajo, en principio es necesaria una menor cantidad de líquido, pero el nivel del líquido siempre debe mantenerse de manera que esté garantizado que el líquido continúe fluyendo de manera segura incluso cuando con el consumo que ocurre durante el proceso de producción y la elevación del material de líquido (curado) consumido del baño. Por eso, en este caso también se llena típicamente una mayor cantidad de líquido.
65

Sin embargo, en el caso de estos procedimientos existe el problema fundamental de que el líquido curado puede adherirse respectivamente a la superficie de fondo permeable a la radiación de la cubeta de líquido. Por el documento EP 1 439 052 B1 se conocen medidas y dispositivos complejos para evitar esta adherencia por medio de una lámina.

5 Sin embargo, el problema con el uso de tal lámina es que la lámina antiadherente también tiende a adherirse en menor medida a las áreas curadas de una capa producida sobre ella. Esta adhesión no puede superarse por el pequeño movimiento de la placa de sustrato para producir la siguiente capa, de manera que no se produce ningún intersticio lleno de líquido. Por eso, se conoce elevar la placa de sustrato a un trayecto mayor para desprender de forma segura la capa producida por último de la lámina antiadherente y luego volver a bajar la placa de sustrato para elaborar la siguiente capa. Sin embargo, esta manera de proceder requiere mucho tiempo.

10 Para acortar el tiempo de fabricación, se conoce detectar la fuerza que es necesaria para elevar la placa de sustrato y mediante esta fuerza determinar el desprendimiento entre la capa elaborada por último y la lámina antiadherente y para bajar la placa de sustrato inmediatamente después de este desprendimiento. Sin embargo, esta manera de proceder requiere un sensor de fuerza y una regulación compleja y ha resultado ser propensa a errores.

15 Un problema general adicional que surge en el caso de dispositivos y procedimientos de estereolitografía de tipo de construcción conocido es la calibración necesaria de la placa de sustrato con respecto al posicionamiento de la cubeta de líquido, de la placa de sustrato y de la orientación de la radiación. La radiación se proporciona típicamente como radiación láser o trayectoria de haz enfocado o imagen de radiación enmascarada y requiere, para una elaboración del cuerpo de moldeo con pequeñas tolerancias, un posicionamiento relativo preciso de la placa de sustrato o de la capa que va a curarse respectivamente, por un lado, y del dispositivo de irradiación, por otra parte. En el caso del método de irradiación desde abajo, alcanza adicionalmente con un posicionamiento exacto con respecto a la cubeta en la que está alojado el líquido. Para una elaboración exacta de un cuerpo de moldeo, es necesario que la placa de sustrato esté orientada exactamente en paralelo respecto a la superficie del líquido (cuando se irradia desde arriba) o exactamente en paralela respecto al fondo de la cubeta (cuando se irradia desde abajo) con respecto a la superficie sobre la cual se construye el cuerpo de moldeo, con el fin de lograr un espesor de capa uniforme de la primera capa y con el fin de evitar errores de secuencia en las capas posteriores. Este posicionamiento o referenciación o calibración de los componentes movidos mecánicamente consume mucho tiempo y es propicio a errores y, por eso, ralentiza el proceso de producción mediante estereolitografía o aumenta el riesgo de una producción de cuerpos de moldeo que no son lo suficientemente fieles al tamaño. Se conoce acoplar la placa de sustrato, en una posición definida, a un actuador y, por ello, lograr el paralelismo de la placa de sustrato con respecto al fondo de la cubeta (eje x e y) y posibilitar el acercamiento exacto a una posición inicial vertical (eje z). Sin embargo, este proceso de acoplamiento y de posicionamiento requiere mucho tiempo y, por eso, provoca un retraso en el proceso de elaboración.

20 25 30 35 Un problema adicional consiste en que, con el propósito de esta referenciación de los componentes necesarios, el usuario de un dispositivo de estereolitografía debe tener la posibilidad de observar con el fin de poder llevar a cabo y supervisar el proceso de referenciación, el acercamiento del punto de inicio y el transcurso del procedimiento. A tal fin, se conoce usar recipientes de cubeta transparentes para el alojamiento del líquido y dimensionarlos de manera tan grande y abierta que una tal inspección sea posible para el usuario y las manipulaciones para el usuario y también sean posibles para el usuario manualmente en la placa de sustrato. Sin embargo, una desventaja de esto es que el baño de líquido puede ensuciarse debido a esta necesidad, y por la exposición a la luz que se produce puede surgir un deterioro en la calidad del líquido con curado, dado el caso, parcial en áreas no deseadas. Finalmente, una desventaja adicional de los procedimientos de estereolitografía previamente conocidos consiste en que, por el ajuste a menudo de larga duración, puede tener lugar una disgregación del baño de líquido y, en particular, cuando se llevan a cabo varios procesos de producción sucesivamente desde un baño de líquido, puede producirse una tal disgregación con deterioro de las propiedades del líquido curable.

40 45 50 La invención se basa en el objetivo de proporcionar un dispositivo de estereolitografía que posibilite que una producción más rápida en el tiempo sin aumentar por ello el riesgo de contaminación y exposición no deseada a la luz.

55 De acuerdo con la invención, este objetivo se resuelve con un dispositivo de estereolitografía según la reivindicación 1 y con un procedimiento según la reivindicación 13.

60 65 De acuerdo con la invención, el dispositivo de estereolitografía se perfecciona de tal manera que la cubeta de líquido está realizada como recipiente y está configurada en una unidad constructiva con la placa de sustrato. Por eso, el recipiente y la placa de sustrato no tienen que insertarse en el dispositivo de bastidor y bloquearse en este como tina separada, por una parte, como en el estado de la técnica, e insertarse en el dispositivo de bastidor y bloquearse en este como placa de sustrato, por otra parte. En su lugar, la unidad constructiva de placa de sustrato y recipiente se inserta conjuntamente en una realización premontada y, por eso, en una etapa en el dispositivo de bastidor. Mediante esta realización como unidad constructiva, la placa de sustrato ya está dispuesta en una posición definida con respecto al recipiente. Esto tiene la ventaja como consecuencia de que puede suprimirse por completo de una referenciación o del acercamiento a un punto de inicio para la placa de sustrato con respecto al recipiente, porque ya hay una posición clara de la placa de sustrato con respecto a las tres direcciones espaciales en el recipiente, o la referenciación se simplifica considerablemente porque el posicionamiento de la placa de sustrato con respecto al recipiente ya está

definido con respecto a una o dos direcciones espaciales.

Además, resulta ventajoso en la forma de realización de acuerdo con la invención la contaminación sustancialmente más baja del líquido en el recipiente y la menor evaporación de los componentes fácilmente licuables del líquido debido a la manipulación manual en conjunto menos intensiva que tiene que llevarse a cabo con el líquido. Por ello, el líquido permanece utilizable durante un período mucho más largo y, consecuentemente, no tiene que reemplazarse con tanta frecuencia. Esto posibilita mantener una mayor cantidad de líquido en el recipiente, así, proporcionar un mayor nivel de llenado en el recipiente. La mayor presión hidrostática lograda a su vez por ello en el área de fondo del líquido tiene dos ventajas directas para el proceso de producción: (i) Se ocupa de que el líquido continúe fluyendo mejor en el intersticio que se forma después de levantar una capa terminada del fondo del recipiente. (ii) Cuando se utiliza una lámina antiadherente, se ocupa de una mejor presión de la lámina contra la placa de fondo del recipiente.

El recipiente utilizado de acuerdo con la invención puede presentar preferentemente una forma cilíndrica con un eje de cilindro vertical; como alternativa, en determinadas aplicaciones también son ventajosas formas poligonales. El volumen del espacio interior del recipiente se encuentra preferentemente por encima de un límite inferior de 0,25 litros, 0,5 litros o 1 litro y/o más preferentemente no excede un límite superior de 0,5 litros, 1 litro o 2 litros. El diámetro del recipiente asciende preferentemente a más de 2,5 cm, 5 cm o más de 10 cm y/o no es mayor que 5 cm, 10 cm o 20 cm.

El dispositivo de irradiación está configurado preferentemente para tener un tiempo de exposición de 2 a 30 segundos y una energía de exposición de 0,5 a 1 W/mm², en particular de 0,7 +/- 0,1 W/mm². El dispositivo de irradiación está configurado preferentemente para emitir una radiación en una longitud de onda de 300 nm a 900 nm, en particular de 315-490 nm y/o más preferentemente presenta una resolución en el plano irradiado de al menos 600 x 800 píxeles, preferentemente de 1920 x 1080 píxeles. El plano irradiado preferentemente no es menor de 25 cm², en particular no es menor de 50 cm².

El equipo actuador está configurado preferentemente de tal manera que pueda realizarse una distancia de avance mínima (y, con ello, un espesor de capa mínimo de una capa individual del cuerpo de moldeo) de no más de 0,001 mm, 0,01 mm o 0,1 mm.

En este sentido, por una unidad constructiva debe entenderse una compilación de componentes que están conectados mecánicamente directamente entre sí y, consecuentemente, están en una posición u orientación definida entre sí. Por eso, una unidad puede manejarse individualmente por un usuario sin que, en este sentido, los componentes contenidos en la unidad constructiva tengan que mantenerse en posición por el usuario. A este respecto, el recipiente y la placa de sustrato pueden desprenderse y/o estar conectados entre sí a través de una guía correspondiente, de manera que también es posible una separación del recipiente y la placa de sustrato.

Mediante la realización del recipiente y la placa de sustrato como unidad constructiva se suprime además la necesidad de insertar la placa de sustrato dentro del dispositivo de estereolitografía en la cubeta de líquido o el recipiente, ajustarlo allí y acercarlo a un punto de referencia. Por eso, ya no es necesario un accionamiento y manipulación manual de la placa de sustrato o del recipiente por parte del usuario dentro del dispositivo de estereolitografía, y esto permite dimensionar el recipiente y la placa de sustrato de una manera más compacta y hacer coincidir sus dimensiones de tal manera que solo se requiera un pequeño tamaño de recipiente. Por ello, puede reducirse la cantidad de material líquido dentro del recipiente, y mediante el recipiente más pequeño se disminuye el riesgo de contaminación.

Finalmente, mediante la realización del recipiente y la placa de sustrato como unidad constructiva, ya no es necesario tampoco que un usuario pueda registrar ópticamente la placa de sustrato dentro del recipiente y pueda supervisar su posicionamiento y orientación. Por eso, el recipiente del dispositivo de estereolitografía de acuerdo con la invención no tiene que ser permeable a la luz para posibilitar una tal observación visual, sino que puede estar realizado parcialmente impermeable a la luz para evitar la entrada no deseada de radiación en el espacio interior del recipiente.

La placa de sustrato tiene preferentemente una superficie plana inferior con un distanciador configurado sobre ella, que se proyecta hacia abajo. Esto posibilita bajar la placa de sustrato antes de construir la primera capa, por ejemplo, puramente debido a la fuerza de gravedad, y poder colocarla sobre la placa de fondo del recipiente y, en este sentido, obtener una distancia suficiente para la producción de la primera capa. El distanciador puede estar realizado en particular como resalto circunferencial exterior, por ejemplo, como collar. Por ello, se evita un daño a la placa de fondo o a una lámina antiadherente dispuesta ahí en un área central importante para el proceso de producción si se produce un movimiento relativo entre la placa de sustrato y la placa de fondo del recipiente. El distanciador puede presentar la altura de un grosor de capa o una altura menor.

De acuerdo con una primera forma de realización preferente, está previsto que el recipiente presente una pared lateral opaca a la radiación del dispositivo de irradiación. En principio, el recipiente puede estar realizado de manera que presente una sección transversal rectangular, así, está configurado en conjunto en forma de paralelepípedo y, consecuentemente, dispone de cuatro paredes laterales. En este caso, una de estas paredes laterales, varias o todas las paredes laterales pueden ser radiopacas. Igualmente, se consideran formas de recipiente con sección transversal redonda, así, una pared lateral cilíndrica. En este caso, toda la pared lateral cilíndrica puede ser radiopaca o secciones

de la pared lateral cilíndrica pueden realizarse de forma radiopaca.

En este sentido, por radiopaca debe entenderse que la pared lateral es al menos opaca a la radiación del dispositivo de irradiación, así, refleja o absorbe esta radiación. Esto no descarta que la pared lateral también sea opaca a la radiación con una longitud de onda diferente. En particular, resulta preferente si la pared lateral es opaca a radiaciones en todos los intervalos de longitud de onda que dan como resultado un curado parcial o completo para el material líquido. Mediante este diseño, el material líquido puede almacenarse en el recipiente durante un largo período de tiempo sin que su calidad se deteriore a este respecto. Por ello, puede descartarse o reducirse considerablemente un curado no deseado del material por la luz dispersa u otras fuentes de radiación.

De acuerdo con la invención, está previsto que el recipiente presente una placa de fondo permeable a la radiación del dispositivo de irradiación y el dispositivo de irradiación esté configurado para introducir la irradiación en el recipiente desde abajo. Mediante una placa de fondo, que es permeable a la radiación del dispositivo de irradiación, se crea una posibilidad de construir el cuerpo de moldeo tridimensional dentro del recipiente al realizarse un curado capa por capa por medio del efecto de la radiación desde abajo. Esta configuración con una irradiación desde abajo y una elevación sucesiva de la placa de sustrato dentro del recipiente es particularmente ventajosa para el diseño de acuerdo con la invención del dispositivo de estereolitografía, puesto que con este modo de funcionamiento el recipiente no tiene que posibilitar la entrada de radiación desde arriba y, consecuentemente, puede estar construido de forma particularmente compacta y cerrada.

A este respecto, resulta preferente además si en el lado, que señala hacia el espacio interior del recipiente, de la placa de fondo está aplicado un revestimiento antiadherente. Mediante esta realización de la placa de fondo se evita de manera fiable una adherencia del material curado a la placa de fondo. En este sentido, como revestimiento antiadherente debe entenderse una capa de material aplicada directamente sobre la placa de fondo, que se adhiere así a la placa de fondo por medio de fuerzas adhesivas directamente. Un tal recubrimiento antiadherente es ventajoso con respecto a láminas que están deberían evitar una adherencia, puesto que se puede configurar de manera fiable un intersticio entre el cuerpo de moldeo y la placa de fondo, en el que continúa fluyendo el material líquido cuando la placa de sustrato se eleva en un espesor de capa. Como un tal recubrimiento antiadherente son apropiados en particular fluoroplásticos, por ejemplo, polímeros de perfluoroalcoxi (PFA) o polímeros de fluoroetilenopropileno (FEP), que disponen de una adhesión muy baja y, por lo tanto, provocan una separación fiable de la capa curada de la placa de fondo.

Como alternativa a esta forma de realización, de acuerdo con la invención, puede estar dispuesta una lámina antiadherente, por ejemplo, una lámina de FEP o PFA, en el lado, que señala hacia el espacio interior del recipiente, de la placa de fondo, y esta lámina antiadherente puede estar sujeta de manera estanca a fluidos por todos los lados con respecto a la placa de fondo y puede encerrar de manera estanca a fluidos un volumen predefinido mayor que cero entre la lámina antiadherente y la placa de fondo. Una tal película antiadherente, al igual que un revestimiento antiadherente, puede evitar de forma fiable una adherencia de la capa más inferior del cuerpo de moldeo a la placa de fondo. Aparte de eso, la lámina antiadherente presenta la ventaja de que es fácilmente reemplazable cuando disminuye el efecto antiadherente, sin que tenga que cambiarse la placa de fondo, como normalmente sería el caso con un recubrimiento antiadherente.

Una tal lámina antiadherente se conoce por el documento EP 1439052B1. Contrariamente a la tecnología previamente conocida de este estado de la técnica, la lámina antiadherente prevista de acuerdo con la invención está sujeta de forma estanca a fluidos por todos los lados con respecto a la placa de fondo y, por lo tanto, encierra un volumen predefinido de manera estanca a fluidos entre la placa de fondo y la lámina antiadherente. Por ello, se posibilita un cambio en la forma del volumen encerrado y, consecuentemente, establece un cambio en el contorno de la lámina antiadherente con respecto a la geometría de la placa de fondo. Esta posibilidad de cambio en el contorno permite que se produzca un efecto de pelado en todos los tipos de geometrías de la capa más inferior del cuerpo de moldeo cuando el cuerpo de moldeo se retira de la lámina antiadherente, mediante lo cual se logra una eliminación del cuerpo de moldeo de la lámina antiadherente con poco esfuerzo. Durante este proceso de eliminación, no se introduce ningún fluido, así, ni un gas ni un líquido, en el espacio intermedio entre la lámina antiadherente y la placa de fondo, mediante lo cual no es necesaria una evacuación controlada de un tal fluido para mantener constantes las propiedades ópticamente refractivas o reflectantes del sistema de lámina antiadherente, placa de fondo y volumen situado entremedias.

Resulta aún más preferente si la placa de fondo está conectada de forma desmontable y sellada a la pared lateral del recipiente. En principio, la placa de fondo puede estar realizada de manera integrada, así, no desmontable y de una sola pieza con la pared lateral del recipiente, mediante lo cual se logra un sellado fiable entre la pared lateral y la placa de fondo. Sin embargo, resulta ventajoso si la placa de fondo está conectada de forma desmontable y sellada a la pared lateral del recipiente para hacer posible un reemplazo de la placa de fondo, por ejemplo, si su permeabilidad a la radiación está disminuida como consecuencia de un uso repetido o las propiedades de la capa antiadherente ya no son satisfactorias. A este respecto, son imaginables distintas posibilidades para fijar la placa de fondo a la pared lateral del recipiente. En particular, resulta preferente si la placa de fondo está fijada en unión positiva a la pared lateral del recipiente para lograr por ello una posición definida de la placa de fondo con respecto a la pared lateral del recipiente. Una tal posición definida resulta ventajosa para la referenciación posterior de la unidad constructiva de recipiente y

placa de sustrato en el dispositivo de estereolitografía, puesto que por ello se logra de forma reproducible una posición superficial superior de la placa de fondo.

5 El dispositivo de estereolitografía de acuerdo con la invención puede perfeccionarse adicionalmente mediante una tapa que está conectada de forma desmontable al recipiente, cierra el recipiente y que es preferentemente opaca a la radiación del dispositivo de irradiación. Mediante una tal tapa también se cierra el recipiente en su lado superior y se evita por ello la entrada de partículas, suciedad o similares en el espacio interior del recipiente desde arriba. A este respecto, la tapa del recipiente puede ser asimismo opaca a la radiación del dispositivo de irradiación para mantener, mediante la tapa, la calidad del material líquido dentro del recipiente durante un largo período de tiempo. La tapa está
10 conectada preferentemente de forma desmontable al recipiente, así, en particular está conectada de forma desmontable a una o varias paredes laterales del recipiente, para poder quitar la tapa y poder retirar la placa de sustrato junto con el cuerpo de moldeo producido del espacio interior del recipiente. Preferentemente, la tapa cierra el recipiente de manera estanca a fluidos, así, sellada frente a gases y líquidos.

15 A este respecto, resulta especialmente preferente si el equipo actuador comprende una barra de acoplamiento que está conectada a la placa de sustrato y que se extiende a través de la tapa y que está guiada preferentemente en la tapa para un movimiento axial en la dirección longitudinal de la barra de acoplamiento. De acuerdo con esta forma de realización, la unidad constructiva de recipiente y placa de sustrato comprende además una barra de acoplamiento, que está conectada a la placa de sustrato y que se extiende a través de la tapa. Esta barra de acoplamiento está
20 guiada en la tapa, así, en particular se pasa a través de una entalladura de guía en la tapa y está soportada en esta con respecto a dos direcciones espaciales y, consecuentemente, está guiada para un movimiento en una dirección espacial. Por medio de la barra de acoplamiento, la placa de sustrato puede acoplarse al equipo actuador de manera sencilla y el movimiento del equipo actuador puede transmitirse a la placa de sustrato para realizar la elevación sucesiva de la placa de sustrato en el transcurso del proceso de producción. A este respecto, en principio la barra de
25 acoplamiento también puede estar guiada contra la torsión con respecto a la tapa, por ejemplo, al presentar la barra de acoplamiento un perfil de sección transversal no circular y al estar guiada en un casquillo de guía no circular correspondientemente congruente en la tapa.

30 Por ello, en el caso de una fijación, correspondientemente asegurada contra torsión, de la tapa al recipiente, se posibilita un posicionamiento reproducible del recipiente, la placa de sustrato y la barra de acoplamiento con respecto al dispositivo de bastidor, de manera que la referenciación sea tan precisa y simplificada que, dado el caso, incluso una extracción y una reinserción del recipiente en el caso de una interrupción de un proceso de elaboración no tenga que dar como resultado una imprecisión de fabricación significativa. A este respecto, este perfil de sección transversal no circular o la protección contra torsión puede extenderse preferentemente solo sobre aquella sección de la barra de
35 acoplamiento que corre en la guía que protege contra la torsión correspondiente durante la construcción del cuerpo de moldeo.

Esta barra de acoplamiento puede interactuar preferentemente con un dispositivo de bloqueo liberable, que está configurado para bloquear la barra de acoplamiento en una posición en la que la placa de sustrato está levantada de
40 la placa de fondo, preferentemente hasta un área adyacente a la tapa del recipiente, así, está elevada aproximadamente en el cuarto o quinto superior del recipiente, con respecto al eje vertical (z) y para posibilitar una rotación de la barra de acoplamiento alrededor del eje vertical. Mediante un tal bloqueo y rotación de la barra de acoplamiento se posibilita, después de terminar un cuerpo de moldeo, posicionarlo por encima del baño de líquido y permitir que el exceso de líquido gotee. Por medio de una rotación adicional alrededor del eje z, la barra de
45 acoplamiento y, por lo tanto, el cuerpo de moldeo fijado a esta a través de la placa de sustrato, todavía pueden rotarse. Por ello, se ejerce una función centrífuga sobre el exceso de material líquido, que se expulsa por centrifugación hacia fuera, se recoge por las paredes laterales del recipiente y se devuelve al baño de líquido para su uso posterior. Para esta rotación, puede estar previsto un mango correspondiente en el extremo superior de la barra de acoplamiento, o la barra de acoplamiento puede estar acoplada a un actuador para la rotación de la barra de acoplamiento alrededor de su eje longitudinal. El dispositivo de bloqueo de acuerdo con la invención puede estar realizado, por ejemplo, en forma de una ranura circunferencial en la barra de acoplamiento con un elemento de bloqueo que encaja en esta en el dispositivo de bastidor, pudiendo ser este elemento de bloqueo, por ejemplo, una bola cargada por resorte en la
50 dirección radial.

55 El equipo de acoplamiento puede constar, por ejemplo, de un atornillado o puede ser un equipo de sujeción que puede abrirse y cerrarse mediante un cierre rápido, por ejemplo, un cierre de palanca articulada. La barra de acoplamiento se fija en el equipo de acoplamiento de tal manera que puede transmitir el movimiento relativo desde el equipo actuador a la placa de sustrato. En principio, debe entenderse que pueden utilizarse elementos de transmisión de fuerza mecánicos adicionales entre el equipo de acoplamiento y el equipo actuador.
60

Una forma de realización preferente adicional del dispositivo de estereolitografía de acuerdo con la invención presenta un dispositivo de control electrónico, que está configurado para controlar una producción capa por capa del cuerpo de moldeo al realizarse el equipo actuador y el dispositivo de irradiación para realizar la secuencia de etapas con las etapas: mover relativamente una placa de sustrato fijada de manera desmontable al dispositivo de bastidor respecto al recipiente por medio de un equipo actuador fijado al dispositivo de bastidor por un espesor de capa predeterminado, rellenar un espacio intermedio que se produce por el movimiento relativo con el material líquido, y curar selectivamente
65

el material dispuesto en el espacio intermedio al irradiarse selectivamente el material en áreas que van a curarse por medio de un dispositivo de irradiación fijado al dispositivo de bastidor, y que está configurado además para controlar, antes de que comience esta secuencia de etapas, un proceso de mezcla en el que el equipo actuador se controla al menos una vez, preferentemente varias veces, para un movimiento relativo recíproco en un trayecto de varios grosores de capa. De acuerdo con esta forma de realización preferente, el ciclo de fabricación se controla por medio de un dispositivo de control electrónico, que está programado para controlar correspondientemente el equipo actuador y el dispositivo de irradiación. A tal fin, el dispositivo de control está acoplado en cuanto a la tecnología de señalización al equipo actuador y al dispositivo de irradiación y envía señales de control a estos dispositivos. Por una parte, controla la secuencia de etapas de un movimiento capa por capa de la placa de sustrato por medio del equipo actuador y la irradiación del líquido que marcha en inercia respectivamente hacia el espacio libre por el dispositivo de irradiación con un curado secuencial de secciones de esta capa. Además, el dispositivo de control está configurado para controlar un proceso de mezcla. En este proceso de mezcla, el equipo actuador se controla y mueve la placa de sustrato hacia arriba y hacia abajo una o varias veces, recorriendo un trayecto a través de la placa de sustrato que es mayor que un espesor de capa y preferentemente comprende varios espesores de capa. Mediante este movimiento de la placa de sustrato se entremezcla el líquido en el recipiente, de manera que se anulan por ello procesos de disgregación que pueden haber surgido después de un almacenamiento más prolongado. El movimiento de mezcla se realiza como movimiento relativo recíproco, es decir, la placa de sustrato se mueve al menos una vez hacia adelante y una vez hacia atrás, preferentemente varias veces hacia adelante y hacia atrás, para lograr la mezcla por medio de este movimiento hacia arriba y hacia abajo.

De manera adicional o alternativa, el dispositivo de control electrónico puede estar configurado para controlar el equipo actuador, después de la última secuencia de etapas realizada del proceso de producción del cuerpo de moldeo, de manera que la placa de sustrato y el cuerpo de moldeo producido capa por capa se muevan a una posición por encima del material líquido en el recipiente. Esto resulta en particular ventajoso para lograr un goteo del líquido no curado desde y hacia el cuerpo de moldeo. Dado el caso, el equipo actuador también puede controlarse en un trayecto tan grande que la placa de sustrato y el cuerpo de moldeo, junto con la tapa del recipiente, se levanten y se guíen fuera del recipiente para sacar hacia arriba el cuerpo de moldeo y para hacer visible a un operador de la instalación el final del proceso de fabricación y posibilitar la extracción del cuerpo de moldeo.

De acuerdo con una forma de realización preferente adicional, el dispositivo de estereolitografía se perfecciona mediante un equipo de iluminación dispuesto dentro del recipiente, que está configurado para iluminar el espacio interior del recipiente con una luz visible que presenta una longitud de onda que no es adecuada para curar el material líquido, o caracterizado por un segundo recipiente con un equipo de iluminación dispuesto dentro del segundo recipiente, que está configurado para iluminar el espacio interior del recipiente con radiación que presenta una longitud de onda que es adecuada para curar el material líquido, presentando el dispositivo de bastidor una unidad de fijación para la fijación opcional del recipiente o del segundo recipiente en una posición definida. Un tal equipo de iluminación puede servir para iluminar el espacio interior del recipiente con luz visible, para que un usuario del dispositivo pueda controlar el progreso de fabricación y pueda verificar propiedades adicionales relevantes para la fabricación dentro del recipiente. Con este diseño y finalidad, tiene sentido realizar el equipo de iluminación en un recipiente y en una unidad constructiva con este recipiente, que también incluye una placa de sustrato. Como alternativa, un tal equipo de iluminación también puede servir para curar posteriormente un cuerpo de moldeo terminado. En el caso de un tal curado posterior, todo el cuerpo de moldeo se irradia con una radiación de la longitud de onda que es adecuada para curar el material líquido; esta irradiación no se realiza selectivamente, sino más bien como radiación difusa total. En una tal forma de realización, el equipo de iluminación está dispuesto de manera útil en un segundo recipiente, en el que el cuerpo de moldeo terminado puede insertarse después del proceso de fabricación. Este segundo recipiente puede insertarse en el dispositivo de bastidor y bloquearse en este en lugar del recipiente en el que tuvo lugar la fabricación, o bien ya puede estar insertado en el dispositivo de bastidor y luego o bien el cuerpo de moldeo se transfiere mediante un movimiento y desplazamiento del actuador correspondiente desde un recipiente a otro o bien el segundo recipiente se desplaza a la posición del recipiente en el que tuvo lugar la fabricación, por ejemplo a modo de un movimiento de revólver de los dos recipientes.

El dispositivo de estereolitografía de acuerdo con la invención puede perfeccionarse además mediante un recipiente adicional con una tapa y una placa de sustrato dispuesta dentro del recipiente adicional, que está conectada a una barra de acoplamiento que pasa a través de la tapa, presentando el dispositivo de bastidor una unidad de fijación para la fijación opcional del recipiente o del recipiente adicional en una posición definida. Un tal recipiente adicional, así, un segundo o tercer recipiente, puede servir para distintas finalidades. El dispositivo de estereolitografía de acuerdo con la invención es particularmente apropiado para conservar uno, dos o más recipientes e insertarlos en el dispositivo de bastidor o mantenerlos en existencia insertados en este y poder colocarlos alternativamente por medio de dispositivos de desplazamiento correspondientes de manera que la respectiva barra de acoplamiento de los recipientes pueda acoplarse al equipo actuador o una barra de acoplamiento acoplada al equipo actuador con la placa de sustrato fijada a este puede introducirse en el recipiente. Así, un recipiente adicional puede servir para conservar en este un líquido de limpieza, con el cual puede eliminarse el exceso de material líquido no curado de un cuerpo de moldeo terminado. Como alternativa a esto, puede utilizarse un recipiente adicional para conservar en este otro material líquido curable adicional con una placa de sustrato y, dado el caso, una tapa y una barra de acoplamiento, para poder iniciar inmediatamente un proceso de fabricación en este recipiente adicional después del final del proceso de fabricación en un recipiente.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el objetivo en el que se basa la invención se resuelve mediante un procedimiento según la reivindicación 14.

5 De acuerdo con la invención, la irradiación selectiva se realiza a través de una placa de fondo permeable a la radiación del dispositivo de irradiación.

10 El procedimiento puede perfeccionarse adicionalmente al presentar el recipiente un espacio interior en el que está dispuesta la placa de sustrato y que se protege contra una radiación en la longitud de onda de la irradiación del dispositivo de irradiación por una pared lateral del recipiente que delimita lateralmente en su totalidad.

15 El procedimiento puede perfeccionarse adicionalmente al conectarse al recipiente de manera liberable una tapa del recipiente y cerrar el recipiente, preferentemente cerrar de manera estanca a fluidos, y por que el espacio interior se protege contra la radiación en la longitud de onda de la irradiación del dispositivo de irradiación por la tapa.

El procedimiento puede desarrollarse adicionalmente al extenderse una barra de acoplamiento conectada a la placa de sustrato a través de la tapa y al guiarse en la tapa el movimiento relativo de la placa de sustrato respecto al recipiente como movimiento axial en la dirección longitudinal de la barra de acoplamiento.

20 El procedimiento puede perfeccionarse adicionalmente al acoplarse de forma liberable la barra de acoplamiento a un actuador mecánico cuando el recipiente se inserta en el dispositivo de bastidor por medio de un equipo de acoplamiento, al transmitirse el movimiento relativo entre el recipiente y la placa de sustrato a través del equipo de acoplamiento y la barra de acoplamiento, y al liberarse la barra de acoplamiento nuevamente del actuador mecánico después la producción del cuerpo de moldeo tridimensional por medio del equipo de acoplamiento, y al retirarse el
25 recipiente conjuntamente con la barra de acoplamiento y la placa de sustrato como una unidad constructiva del dispositivo de bastidor.

30 El procedimiento puede perfeccionarse adicionalmente al controlarse la producción capa por capa del cuerpo de moldeo por medio de un dispositivo de control electrónico, al controlarse el equipo actuador y el dispositivo de irradiación para ejecutar la secuencia de etapas, y por que el dispositivo de control electrónico controla, antes de que comience la secuencia de etapas, un proceso de mezcla en el que el equipo actuador se controla al menos una vez, preferentemente varias veces, para un movimiento relativo recíproco en un trayecto de varios grosores de capa.

35 El procedimiento puede perfeccionarse adicionalmente al controlarse la producción capa por capa del cuerpo de moldeo por medio de un dispositivo de control electrónico, al controlarse el equipo actuador y el dispositivo de irradiación para ejecutar la secuencia de etapas, y por que el dispositivo de control electrónico controla el equipo actuador, después de la última secuencia de etapas ejecutada, para mover la placa de sustrato y el cuerpo de moldeo producido capa por capa a una posición por encima del material líquido en el recipiente.

40 El procedimiento puede perfeccionarse más adicionalmente al retirarse el cuerpo de moldeo terminado de la placa de sustrato por medio de un sello, que está insertado de forma alineada en la placa de sustrato y está conectado a una barra de eyección.

45 Finalmente, el procedimiento puede perfeccionarse adicionalmente al eliminarse del cuerpo de moldeo líquido no curado después de que el cuerpo de moldeo se haya terminado, al rotarse la placa de sustrato.

50 En cuanto a las características del procedimiento definidas en estos procedimientos y los perfeccionamientos del procedimiento, se hace referencia a las características del dispositivo correspondientes a ello, según las cuales los dispositivos pueden estar configurados preferentemente para implementar estas etapas de procedimiento en el dispositivo de acuerdo con la invención. Las explicaciones, alternativas y ventajas dadas aquí pueden aplicarse de manera análoga a los perfeccionamientos correspondientes del procedimiento de acuerdo con la invención.

Una forma de realización preferente se explica mediante las figuras adjuntas. Muestran:

55 figura 1 una vista en perspectiva de una forma de realización preferente de la invención de forma oblicuamente lateral desde arriba,

figura 2 una vista de acuerdo con la figura 1 con el recipiente retirado,

60 figura 3 una vista frontal cortada longitudinalmente de la forma de realización de acuerdo con la figura 1,

figura 4 una vista lateral cortada longitudinalmente de la forma de realización de acuerdo con la figura 1, con

65 figura 4a una vista detallada del área X en la fig. 4,

figura 5 una vista en perspectiva cortada longitudinalmente de la forma de realización de acuerdo con la figura 1

oblicuamente desde abajo, con

figura 5a una vista detallada del área Y en la fig. 5, y

- 5 fig. 6 una vista posterior cortada longitudinalmente del dispositivo de irradiación de la forma de realización según la figura 1.

10 Con referencia a las figuras, un dispositivo de estereolitografía de acuerdo con la invención presenta un dispositivo de bastidor, que está compuesto en principio por una placa de fondo del bastidor 10, una columna de bastidor 11 colocada sobre esta y un armazón de bastidor 12 fijado al lado inferior de la placa de fondo del bastidor 10. Al armazón de bastidor 12 está fijado un dispositivo de irradiación 20, está dispuesto en principio por debajo de la placa de fondo de base 10. El dispositivo de irradiación está realizado como proyector y comprende una unidad de proyector digital 21 con objetivo, que puede estar realizado, por ejemplo, en tecnología de proyector LCD, DLP, LED, LCOS. Con ayuda del proyector, puede proyectarse una imagen completa y, por ello, puede lograrse una irradiación selectiva de determinadas secciones dentro de un plano de capa.

15 La unidad de proyector 21 está dispuesta por debajo de la placa de fondo de base y presenta una trayectoria de haz orientada verticalmente hacia arriba. La unidad de proyector 21 está acoplada a un equipo de control 30, que dispone de una entrada de señal externa, con la cual la secuencia de imágenes de la unidad de proyector 21 puede controlarse para las etapas de fabricación secuenciales individuales de la construcción capa por capa del cuerpo de moldeo tridimensional.

20 En principio, debe entenderse que, en lugar de la unidad del proyector con objetivo, también pueden estar previstos otros dispositivos de irradiación, por ejemplo, también una irradiación por medio de láser, que puede dirigirse por espejos adecuados u otros sistemas de desviación de tal manera que se realice una irradiación selectiva por medio del láser.

25 El dispositivo de irradiación 20 está dirigido desde abajo a una ventana 16, que está insertada en la placa de fondo del bastidor 10. Lateralmente desde la ventana 16 están fijados equipos de acoplamiento 13a, b a la placa de fondo del bastidor 10. Estos equipos de acoplamiento 13a, b sirven para bloquear una placa portadora del recipiente 14 en una posición definida con respecto a la placa de fondo del bastidor 10 y presentan, a tal fin, elementos de palanca articulada correspondientes.

30 En la placa portadora del recipiente 14 está configurada una abertura, que está rodeada por una ayuda de posicionamiento 15 anular. La ayuda de posicionamiento 15 está realizada como anillo de centrado y sirve para posicionar un recipiente 40 en una posición definida en la placa portadora del recipiente 14 y, con ello, en una posición definida respecto a la placa de fondo del bastidor 10.

35 El recipiente 40 está realizado como recipiente cilíndrico con una pared lateral 41 circular en sección transversal. La pared lateral 41 está elaborada de un material que es opaco a la radiación del dispositivo de irradiación 20; en particular, se trata de un material que es opaco a la luz visible y a la luz UV. El eje longitudinal del recipiente 40 cilíndrico se extiende verticalmente y está caracterizado con la referencia 100.

40 A lo largo del eje longitudinal 100 se extiende una barra de acoplamiento 50 desde arriba hacia el espacio interior del recipiente del recipiente 40. La barra de acoplamiento 50 porta en su extremo inferior una placa de sustrato 60, que está configurada como placa de sustrato circular en sección transversal y, por lo tanto, a modo de disco. La placa de sustrato 60 está conectada fijamente a la barra de acoplamiento 50.

45 En su borde exterior, la placa de sustrato presenta un collar 61 circunferencial, reconocible en la vista detallada según la fig. 4a, que se extiende hacia abajo en una pequeña altura de 0,05 mm. El collar sirve para proporcionar una distancia adecuada para la producción de la primera capa entre la placa de sustrato 60 y una lámina antiadherente 44a dispuesta por encima de una placa de fondo 44 del recipiente 40. Además, el collar 61 se ocupa de que, en el caso de un movimiento relativo entre la placa de sustrato y la lámina antiadherente, la lámina antiadherente 44a no pueda estar sujeta a un desgaste en el área de exposición relevante en el medio, sino solo en el área exterior del collar.

50 La barra de acoplamiento está fijada a la columna de bastidor 11 por medio de una unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51. La unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51 comprende a su vez un equipo de sujeción de palanca articulada y está configurada para sujetar en unión en arrastre de fuerza la barra de acoplamiento. Dado el caso, puede estar previsto un arrastre de forma entre la barra de acoplamiento y la unidad de sujeción de la barra de acoplamiento, que establece una posición definida de la barra de acoplamiento en la dirección longitudinal del eje 100 entre la unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51 y la barra de acoplamiento 50 para lograr una referenciación exacta de la ubicación de la barra de acoplamiento con respecto al dispositivo de bastidor 10, 11.

55 La barra de acoplamiento presenta una ranura anular 50a, que está incorporada en su superficie circunferencial exterior a una altura tal que un pasador de retención 43 que engrana en esta ranura anular soporta axialmente la barra

de acoplamiento 50. En esta ubicación soportada, la placa de sustrato 60 está elevada a una posición superior y un cuerpo de moldeo terminado está dispuesto típicamente fuera del baño de líquido. Este tal tipo de posición fijada axialmente permite un movimiento giratorio que se ejerce sobre el cuerpo de moldeo a través de la placa de sustrato y puede servir para expulsar por centrifugación el exceso de líquido del cuerpo de moldeo. Este exceso de líquido se arroja contra las paredes laterales 41 y puede escurrirse o gotear en el baño de líquido y así recuperarse.

La unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51 está guiada de forma desplazable en la columna de bastidor 11 para un movimiento en la dirección del eje longitudinal del cilindro 100. Dentro de la columna de bastidor 11 está dispuesta una unidad de actuador, que sirve para mover la unidad de sujeción de la barra de acoplamiento y, consecuentemente, la barra de acoplamiento 50 fijada en esta en la dirección vertical y, por ello, proporcionar el movimiento vertical sucesivo necesario para la producción capa por capa de un cuerpo de moldeo sobre la placa de sustrato. La unidad de actuador dentro de la columna de bastidor 11 está realizada preferentemente como accionamiento de husillo, que se acciona a través de un motor paso a paso.

Entre la unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51 y la placa de sustrato 60, la barra de acoplamiento 50 está guiada en una tapa 42 para un movimiento axial en su dirección longitudinal. La tapa 42 está elaborada asimismo de un material opaco a la radiación del dispositivo de irradiación 20, en particular de un material que es opaco a la luz visible y a la radiación UV. La tapa 42 está insertada de manera estanca a fluidos en la abertura formada en el lado superior de la pared lateral 41 del recipiente por medio de un rebajo con una obturación de junta tórica. Una perforación central en la tapa se ocupa de la guía axial de la barra de acoplamiento 50. La barra de acoplamiento 50 puede fijarse axialmente en la tapa con ayuda de la ranura anular 50a por medio de un tornillo 43 que engrana radialmente en la perforación de la tapa para fijar una determinada posición vertical de la placa de sustrato 60 dentro del recipiente 40.

Las figuras 5 y 5a muestran un mecanismo eyector que sirve para desprender un cuerpo de moldeo terminado de la placa de sustrato. El mecanismo eyector comprende una barra eyectora 70, que se guía dentro de la barra de acoplamiento 50 realizada como barra hueca y discurre coaxialmente respecto a la barra de acoplamiento 50. En el extremo superior de la barra eyectora 70 está dispuesto un mango 71, que sirve para transmitir una fuerza longitudinal a la barra eyectora y una rotación a la barra eyectora.

La barra eyectora 70 se extiende completamente a través de la barra de acoplamiento 50 y está conectada a una placa eyectora 72 en el extremo inferior en el área de la placa de sustrato 60. La placa eyectora 72 presenta una geometría en forma de estrella y se encastra en una entalladura 62 en forma de estrella correspondiente en la placa de sustrato 60. Por ello, se provoca un arrastre de forma que actúa contra una rotación entre la placa eyectora y la placa de sustrato o la barra de acoplamiento. En su extremo superior, la barra eyectora presenta una rosca exterior, que interactúa con una rosca interior en el mango 71. El mango 71 se apoya en el extremo del lado frontal superior de la barra de acoplamiento 50, por eso, mediante el giro del mango 71 alrededor del eje longitudinal 100, la barra de accionamiento puede moverse relativamente a la barra de acoplamiento y, en particular, llevarse a la posición elevada. Cuando la barra eyectora 70 está dispuesta hacia arriba en su posición de extremo máxima, la placa eyectora 72 en forma de estrella descansa en la entalladura 62 en forma de estrella correspondiente de la placa de sustrato 60 y las superficies inferiores de la placa eyectora 72 y la placa de sustrato 60 están alineadas. La placa eyectora 72 se pretensa en esta posición superior por medio de un resorte helicoidal 73, que está realizado como resorte de compresión. Si el mango 71 se gira y, por ello, la barra eyectora se baja desde la posición más alta, entonces este resorte helicoidal provoca una fuerza de eyección en la placa eyectora que es suficiente para desprender un cuerpo de moldeo terminado de la placa de sustrato y, dado el caso, en el caso de cuerpos de moldeo que se adhieren firmemente a la placa de sustrato, puede reforzarse al ejercer presión sobre el mango 71.

Mediante la fuerza del resorte y la presión ejercida adicionalmente dado el caso, la placa eyectora sale con su superficie inferior más allá de la superficie inferior de la placa de sustrato 60 o ejerce una presión sobre un cuerpo de moldeo construido sobre la placa de sustrato y la placa eyectora. Por ello, el cuerpo de moldeo se desprende de la superficie de la placa de sustrato.

Dado el caso, el cuerpo de moldeo aún se adhiere a la superficie de la placa eyectora 72. En principio, sin embargo, el control del proceso durante la producción en el caso de la primera capa, que está construida directamente sobre la placa de sustrato 60, también puede realizarse de tal manera que no haya una exposición en el área en forma de estrella de la placa eyectora 72, mediante lo cual se forma en este caso una cavidad y no tiene lugar ninguna adherencia a la placa eyectora. Por ello, puede lograrse un desprendimiento completo del cuerpo de moldeo de la placa de sustrato por medio de la placa eyectora 72.

Debido al contorno en forma de estrella de la placa eyectora 72 y de la entalladura 62, se logra un arrastre de forma entre la placa eyectora 72 y la placa sustrato 60. Este arrastre de forma puede transmitir un movimiento de rotación iniciado por el mango 71 desde la barra eyectora 70 a la placa de sustrato 60. Por ello, es posible aplicar un movimiento de rotación a la placa de sustrato y a un cuerpo de moldeo conformado sobre esta. Este movimiento de rotación es en particular útil cuando la barra de acoplamiento está bloqueada en una posición elevada con ayuda de la ranura anular 50a y el cuerpo de moldeo terminado se mantiene, por ello, por encima del baño de líquido para expulsar por centrifugación, debido a las fuerzas centrifugas provocadas por ello, líquido no curado del cuerpo de moldeo y dejar que gotee en el baño de líquido.

La figura 5a muestra además la estructura de la lámina de FEP o lámina antiadherente 44a, que se encuentra en la parte superior y señala hacia el espacio interior del recipiente 40 y la placa de fondo 44, dispuesta inmediatamente debajo, del recipiente 40, que consta típicamente de vidrio. En el área del borde, la placa de fondo y la lámina de FEP están selladas con respecto a la pared lateral 41 y mutuamente mediante una junta tórica 48 circunferencial. En este sentido, la placa de vidrio se fija por medio de una brida 49, que se encuentra en la parte inferior, con un atornillado de brida 49a y, por ello, se aprieta la obturación de junta tórica y, con ello, se logra el efecto de obturación.

El recipiente presenta en su lado inferior la placa de fondo 44 permeable a la radiación. La placa de fondo está insertada en unión positiva y sellada en la pared lateral del recipiente 41 y posibilita el paso de la radiación desde el dispositivo de irradiación 20 al espacio interior del recipiente y, en particular, al lado inferior de la placa de sustrato 60.

En el lado superior de la placa de fondo, así, en el lado que señala hacia el espacio interior del recipiente, está dispuesta la lámina de FEP 44a, como puede reconocerse en la vista detallada según la fig. 5a, que está sujeta de manera estanca a fluidos por todo su perímetro entre la pared lateral y la placa de fondo del recipiente. Entre la placa de fondo y la lámina de FEP está encerrado un volumen de gas muy pequeño, que presenta en la dirección vertical un espesor de preferentemente no más de 0,1 mm. Esta sujeción de la lámina junto con el volumen encerrado de manera estanca a fluidos posibilita una separación con poca fuerza del cuerpo de moldeo de la lámina al levantar verticalmente el cuerpo de moldeo mediante un efecto de pelado, que se logra al cambiar la geometría del volumen encerrado de manera estanca a fluidos.

La tapa 42 se bloquea por pasadores laterales 45 a modo de un cierre de bayoneta en la pared lateral 41 del recipiente 40. El recipiente 40 y la placa de sustrato 60 están premontados como una unidad constructiva, que comprende además la tapa 42. Esta unidad constructiva premontada de recipiente 40 y placa de sustrato 60 puede insertarse después en el dispositivo de bastidor al insertarse el recipiente con su lado inferior en el anillo de centrado 15. Posteriormente, la barra de acoplamiento 50 puede fijarse a la columna de bastidor 11 por medio de la unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51 y, con ello, puede establecerse el acoplamiento para un desplazamiento vertical de la placa de sustrato 60.

Una vez que se ha liberado la unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51, el recipiente 40 junto con la barra de acoplamiento 50 y la placa de sustrato 60 dispuesta en esta pueden desplazarse sobre la placa de fondo del bastidor 10 al liberarse los dispositivos de acoplamiento 13a, b y al llevarse hacia delante la placa portadora del recipiente 14 con ayuda de un mango 16 fijado a esta. Esto posibilita retirar o desplazar toda la unidad constructiva de placa portadora del recipiente 14, recipiente 40, placa de sustrato 60 y barra de acoplamiento 50 del dispositivo, o insertar estos componentes conjuntamente en el dispositivo de estereolitografía. Por ello, se posibilita un intercambio rápido del recipiente junto con el líquido situado en este, de manera que, después de un proceso de producción concluido de un cuerpo de moldeo tridimensional dentro del recipiente en el lado inferior de la placa de sustrato 60, puede llevarse a cabo directamente una elaboración en un segundo recipiente mediante el intercambio correspondiente. Los tiempos de ciclo de la elaboración, que pueden lograrse con el dispositivo de estereolitografía de acuerdo con la invención, se reducen considerablemente en comparación con el estado de la técnica, con una mejora simultánea de la calidad a largo plazo del líquido curable dentro de los recipientes usados para la elaboración debido a su encapsulación con respecto a la contaminación y la acción de la luz dentro del recipiente 40.

La figura 6 muestra el dispositivo de irradiación 20 en una representación seccionada. El dispositivo de irradiación 20 comprende un LED 22 potente, que emite una radiación con porcentajes de luz ópticamente visible en una dirección horizontal. La luz se acopla prácticamente por completo en un homogeneizador de luz 23. El homogeneizador de luz es una barra hexagonal en la sección transversal, que se extiende en una dirección longitudinal horizontal y está producida de vidrio sin plomo (vidrio crown) de borosilicato. Este homogeneizador de luz se ocupa de que la luz no homogénea, que entra a su extremo de entrada 23a, del LED 22 se homogeneice por múltiples reflejos en las paredes laterales del homogeneizador de luz y salga como campo de luz homogéneo en la superficie de salida 23b del lado frontal.

Comenzando desde la superficie de salida 23b, la luz cae en una abertura de un dispositivo transformador de imagen 24. El dispositivo transformador de imagen 24 puede estar realizado como elemento DLP o en tecnología LCD. El dispositivo transformador de imagen 24 se controla por la unidad de control y genera, a partir del haz de luz que incide homogéneamente, una imagen enmascarada, que representa una reproducción de la superficie de sección transversal del cuerpo de moldeo que va a producirse, correspondientemente a la capa que va a producirse en cada caso. A este respecto, todas las áreas del cuerpo de moldeo que son sólidas y, consecuentemente, deberían experimentar un curado del líquido, se desenmascaran y se exponen a la luz homogénea, mientras que todas las demás áreas se enmascaran y, consecuentemente, no se exponen.

Dentro del dispositivo transformador de imagen 24, la luz homogénea y enmascarada se refleja 90° y emerge verticalmente hacia arriba desde el dispositivo de irradiación 20.

En el lado del homogeneizador de luz 23 está dispuesto un sensor de intensidad de luz 25. El sensor de intensidad de luz está insertado en una chapa de cubierta, que está dispuesta de manera adyacente al homogeneizador de luz 23,

y detecta una intensidad de luz de la pared lateral del homogeneizador de luz 23. Esta intensidad de luz se correlaciona con la intensidad de luz que se irradia por el LED 22 y pasa a través del homogeneizador de luz 23. El sensor de intensidad de luz 25 está conectado a la unidad de control 30 para la transmisión de señal y transmite a la unidad de control 30 una señal que se correlaciona con la intensidad de luz del LED, lo cual se usa dentro de la unidad de control para el control de secuencia del proceso de producción.

El sensor de intensidad de luz puede estar realizado como fotodiodo y, simultáneamente, posibilita entonces el funcionamiento como sensor de temperatura debido a la tensión en estado de conducción, que cambia aproximadamente de manera lineal con la temperatura, del paso del semiconductor tipo P-N. El sensor combinado de intensidad de luz/temperatura puede medir entonces alternativamente la intensidad de la luz y la temperatura y, por eso, posibilita una detección con corrección de temperatura de la intensidad de la luz. De esta manera, pueden compensarse imprecisiones causadas por la deriva provocadas por los cambios de temperatura en los valores medidos del sensor de intensidad de luz. Como alternativa a esto, es posible disponer un sensor de temperatura separado de manera adyacente al sensor de intensidad de luz y detectar la temperatura del sensor de intensidad de luz a través de este sensor de temperatura.

A este respecto, un transcurso de acuerdo con la invención de un procedimiento de elaboración tiene lugar como sigue:

Un recipiente 40 lleno con el líquido curable se premonta con la placa de sustrato 60, que está fijada a la barra de acoplamiento 50, y una cubierta de recipiente 42, que guía esta placa de sustrato en la dirección axial. Esta unidad constructiva premontada de recipiente y placa de sustrato así como barra de acoplamiento se coloca entonces sobre la placa portadora del recipiente 14 y la placa portadora del recipiente 14 se desplaza entonces a la posición de elaboración, como está ilustrado en las figuras, y se bloquea en esta posición por medio del dispositivo de acoplamiento 13a, b.

A este respecto, la placa de sustrato 60 descansa sobre la lámina antiadherente 44a por encima de la placa de fondo 44 del recipiente 40 en una posición de referencia definida por el collar 61. La placa de sustrato 60 se deja en esta posición y la barra de acoplamiento 50 se acopla a la unidad de actuador para el movimiento vertical de la placa de sustrato por medio de la unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51.

Estas son ya todas las etapas de manejo preparatorio para llevar a cabo el procedimiento de producción estereolitográfico. Después o incluso antes de haber insertado la unidad constructiva en el dispositivo de estereolitografía, los datos requeridos para la irradiación selectiva de las capas individuales se transmitieron a la unidad de control 30. Sin embargo, esta transmisión también puede realizarse en tiempo real durante el proceso de elaboración a través de una interfaz correspondiente desde un control externo.

El recipiente presenta en su lado inferior la placa de fondo 44 permeable a la radiación. La placa de fondo está insertada en unión positiva y sellada en la pared lateral del recipiente 41 y posibilita el paso de la radiación desde el dispositivo de irradiación 20 al espacio interior del recipiente y, en particular, al lado inferior de la placa de sustrato 60.

Después de que la unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51 esté fijada a la barra de acoplamiento 50, la placa del sustrato se eleva mediante la unidad de actuador en primer lugar en varios espesores de capa, por ejemplo, en un recorrido de 2 cm, y de nuevo se baja a la posición original descansando sobre la placa de fondo con el fin de lograr un entremezclado del líquido en el recipiente. Este proceso puede llevarse a cabo varias veces dado el caso.

El ciclo de fabricación se controla entonces a través del dispositivo de control 30 o, dado el caso, del control externo. La primera capa puede producirse directamente por exposición, puesto que la placa de sustrato ya descansa sobre la lámina antiadherente 44a a una distancia adecuada para ello a través del collar 61. Luego se produce la segunda capa. Para ello, en una primera etapa, la placa de sustrato 60 se eleva en varios espesores de capa por medio de la unidad de actuador a través de la unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51 y la barra de acoplamiento 50. Por ello, la lámina antiadherente se separa de la primera capa producida. Este proceso de separación se apoya por un efecto de pelado, que se genera por una presión negativa que se forma entre la lámina antiadherente 44a y la placa de fondo 44 y la fuerza de extracción orientada verticalmente hacia arriba de la placa de sustrato. El recorrido por el cual se eleva la placa de sustrato para lograr el desprendimiento puede controlarse mediante un sensor de fuerza, que mide la fuerza de elevación y registra el desprendimiento como caída repentina de la fuerza.

Como alternativa, el recorrido por el cual la placa de sustrato se eleva de la lámina antiadherente para lograr el desprendimiento de la lámina antiadherente puede determinarse en una unidad de control a partir del tamaño de la superficie de la capa previamente irradiada. A este respecto, existe una relación de que el recorrido debe ser mayor cuanto mayor sea la superficie irradiada de la capa generada previamente, es decir, cuanto mayor sea el número de píxeles previamente irradiados.

Después de que la placa de sustrato se haya elevado por el recorrido y la lámina antiadherente se haya desprendido de la capa generada por último, la placa de sustrato se baja nuevamente. Esta bajada se realiza por el recorrido menos el espesor de capa de la siguiente capa que va a generarse. Por ello, tras esta bajada se produce un intersticio entre

la capa generada por último y la lámina antiadherente que corresponde al grosor de capa de la siguiente capa que va a generarse.

5 Debido al nivel de llenado del material curable líquido en el área 40, el material se aspira hacia el espacio intermedio resultante entre la placa de fondo y la placa de sustrato durante el movimiento ascendente de la placa de sustrato o fluye hacia ahí. Por eso, el intersticio está lleno de forma fiable con líquido después de la bajada de la placa de sustrato.

10 Posteriormente, por medio de una imagen correspondiente de la unidad de proyector 21, se realiza una exposición de la capa así formada, que da como resultado el curado selectivo de determinadas áreas de esta capa. Mediante el recubrimiento de la placa de fondo del recipiente 40, estas áreas curadas no se adhieren a la placa de fondo, sino solo a la placa de sustrato.

15 Posteriormente, la unidad de actuador se acciona nuevamente para elevar la placa de sustrato 60 en un espesor de capa adicional. Por ello, se produce a su vez un intersticio en el grosor de la capa entre la capa previamente curada y la placa de fondo del recipiente. Este intersticio a su vez se llena con el material curable líquido y, a su vez, queda expuesto por una exposición correspondiente a una imagen que corresponde a la geometría de la sección transversal del cuerpo de moldeo que va a configurarse en esta capa y, por lo tanto, se cura. A este respecto, las áreas curadas de la capa se conectan a la capa curada previamente, pero no a la placa de fondo del recipiente 40.

20 Esta secuencia se repite varias veces sucesivas hasta que todo el cuerpo de moldeo está construido en capas de esta manera. Posteriormente, la placa de sustrato 60 se eleva por la unidad de actuador a una posición elevada por encima del baño de líquido, de manera que el cuerpo de moldeo puede gotear. Después de un determinado período de tiempo, la unidad constructiva de recipiente, placa de sustrato con el cuerpo de moldeo ahora configurado en esta y barra de acoplamiento puede retirarse cómodamente del dispositivo de estereolitografía por medio de la liberación de la
25 sujeción mediante la unidad de sujeción de la barra de acoplamiento 51 y el avance de la placa portadora del recipiente 14, con el fin de separar después cuidadosamente el cuerpo de moldeo producido de la placa de sustrato. Inmediatamente después de la extracción de la unidad constructiva, puede colocarse una segunda unidad constructiva de recipiente, placa de sustrato y tapa así como barra de acoplamiento sobre la placa portadora del recipiente 14 y puede iniciarse inmediatamente un segundo proceso de elaboración.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de estereolitografía, que comprende:

- 5 - un recipiente (40) para alojar un material líquido curable por irradiación,
- una placa de sustrato (60),
- un equipo actuador para generar un movimiento relativo entre el recipiente y la placa de sustrato,
- 10 - un dispositivo de irradiación (20) para la irradiación selectiva del material dispuesto en el recipiente, comprendiendo el dispositivo de irradiación
 - 15 ▪ una fuente de radiación,
- un equipo de control (30) para controlar el dispositivo de irradiación,

estando fijados el equipo actuador y el dispositivo de irradiación a un dispositivo de bastidor (10, 11, 12), y

20 estando agrupados el recipiente y la placa de sustrato para formar una unidad constructiva y estando insertada la unidad constructiva de recipiente y placa de sustrato conjuntamente en el dispositivo de bastidor, estando fijada de forma desmontable en este mediante un dispositivo de fijación (13a, b, 15) y pudiendo retirarse conjuntamente del dispositivo de bastidor, caracterizado por que el dispositivo de irradiación comprende un equipo de enmascaramiento de formación de imágenes,

25 presentando el recipiente una placa de fondo (44) permeable a la radiación del dispositivo de irradiación y estando configurado el dispositivo de irradiación para introducir la irradiación en el recipiente desde abajo.

30 2. Dispositivo de estereolitografía según la reivindicación 1, caracterizado por que el recipiente presenta una pared lateral (41) opaca a la radiación del dispositivo de irradiación.

35 3. Dispositivo de estereolitografía según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por una tapa (42) que está conectada de forma desmontable al recipiente y cierra el recipiente y que es preferentemente opaca a la radiación del dispositivo de irradiación.

40 4. Dispositivo de estereolitografía según la reivindicación 3, caracterizado por que el equipo actuador comprende una barra de acoplamiento (50) que está conectada a la placa de sustrato y que se extiende a través de la tapa y que está guiada preferentemente en la tapa para un movimiento axial en la dirección longitudinal de la barra de acoplamiento.

45 5. Dispositivo de estereolitografía según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el equipo actuador comprende una barra de acoplamiento que está conectada a la placa de sustrato y por que la barra de acoplamiento está acoplada de forma desmontable a un accionador mecánico por medio de un equipo de acoplamiento para transmitir el movimiento relativo entre el recipiente y la placa de sustrato.

50 6. Dispositivo de estereolitografía según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por un equipo de iluminación dispuesto dentro del recipiente, que está configurado para iluminar el espacio interior del recipiente con una luz visible que presenta una longitud de onda que no es adecuada para curar el material líquido, o

caracterizado por un segundo recipiente con un equipo de iluminación dispuesto dentro del segundo recipiente, que está configurado para iluminar el espacio interior del recipiente con radiación que presenta una longitud de onda que es adecuada para curar el material líquido, presentando el dispositivo de bastidor una unidad de fijación para la fijación opcional del recipiente o del segundo recipiente en una posición definida.

55 7. Dispositivo de estereolitografía según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por un recipiente adicional con una tapa y una placa de sustrato dispuesta dentro del recipiente adicional, que está conectada a una barra de acoplamiento que pasa a través de la tapa, presentando el dispositivo de bastidor una unidad de fijación para la fijación opcional del recipiente o del recipiente adicional en una posición definida.

60 8. Dispositivo de estereolitografía según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el lado, que señala hacia el espacio interior del recipiente, de la placa de fondo

- 65 - está aplicado un revestimiento antiadherente, o
- está dispuesta una lámina antiadherente (44a), que está sellada de manera estanca a fluidos en su área periférica

con respecto a la placa de fondo e incluye un volumen muy pequeño entre la placa de fondo y la lámina antiadherente.

5 9. Dispositivo de estereolitografía según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la placa de fondo está conectada de forma desmontable y sellada a la pared lateral del recipiente.

10 10. Dispositivo de estereolitografía según una de las reivindicaciones 1-9, caracterizado por que el dispositivo de control está configurado para realizar las etapas, por que

- antes de la irradiación de una capa, la placa de sustrato se desplaza a una posición que proporciona un espacio intermedio con una distancia de capa predeterminada entre una capa producida por último y una lámina antiadherente,

15 - posteriormente, un líquido dispuesto en el espacio intermedio se irradia selectivamente en determinadas áreas y, por ello, se cura selectivamente,

20 - después de la irradiación del líquido dispuesto en el espacio intermedio, la placa de sustrato se mueve por un recorrido de desprendimiento que es suficiente para separar de la lámina antiadherente las áreas curadas selectivamente,

estando configurado además el dispositivo de control para determinar el recorrido de desprendimiento a partir del tamaño de las áreas curadas selectivamente de la capa previamente curada, en particular a partir de un número de píxeles irradiados de esta capa.

25 11. Dispositivo de estereolitografía según una de las reivindicaciones 1-9, caracterizado por un dispositivo eyector que presenta un sello, que puede moverse desde una posición de fabricación en la que el sello no sobresale más allá de la placa de sustrato a una posición de eyección en la que el sello sobresale más allá de la placa de sustrato.

30 12. Dispositivo de estereolitografía según una de las reivindicaciones anteriores 1-9, caracterizado por que la placa de sustrato está montada de forma giratoria y por que preferentemente el montaje giratorio de la placa de sustrato puede asegurarse de forma liberable contra la rotación.

35 13. Procedimiento para producir cuerpos de moldeo tridimensionales mediante estereolitografía, con las etapas:

- fijar un recipiente (41) con un material líquido curable por irradiación dispuesto en este a un dispositivo de bastidor (10, 11, 12),

40 - producir capa por capa el cuerpo de moldeo tridimensional repitiendo varias veces una secuencia de etapas con las etapas:

45 ○ mover relativamente una placa de sustrato (60) fijada de manera desmontable al dispositivo de bastidor respecto al recipiente por medio de un equipo actuador fijado al dispositivo de bastidor por un espesor de capa predeterminado,

○ rellenar un espacio intermedio que se produce por el movimiento relativo con el material líquido, y

50 ○ curar selectivamente el material dispuesto en el espacio intermedio al irradiarse selectivamente el material en áreas que van a curarse por medio de un dispositivo de irradiación (20) fijado al dispositivo de bastidor,

utilizándose el recipiente y la placa de sustrato conjuntamente como una unidad constructiva en el dispositivo de bastidor,

55 caracterizado por que la irradiación selectiva se realiza a través de una placa de fondo (44) transparente a la radiación del dispositivo de irradiación.

60 14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que una barra de acoplamiento (50) conectada a la placa de sustrato se extiende a través de la tapa (42) y en la tapa el movimiento relativo de la placa de sustrato respecto al recipiente se guía como movimiento axial en la dirección longitudinal de la barra de acoplamiento.

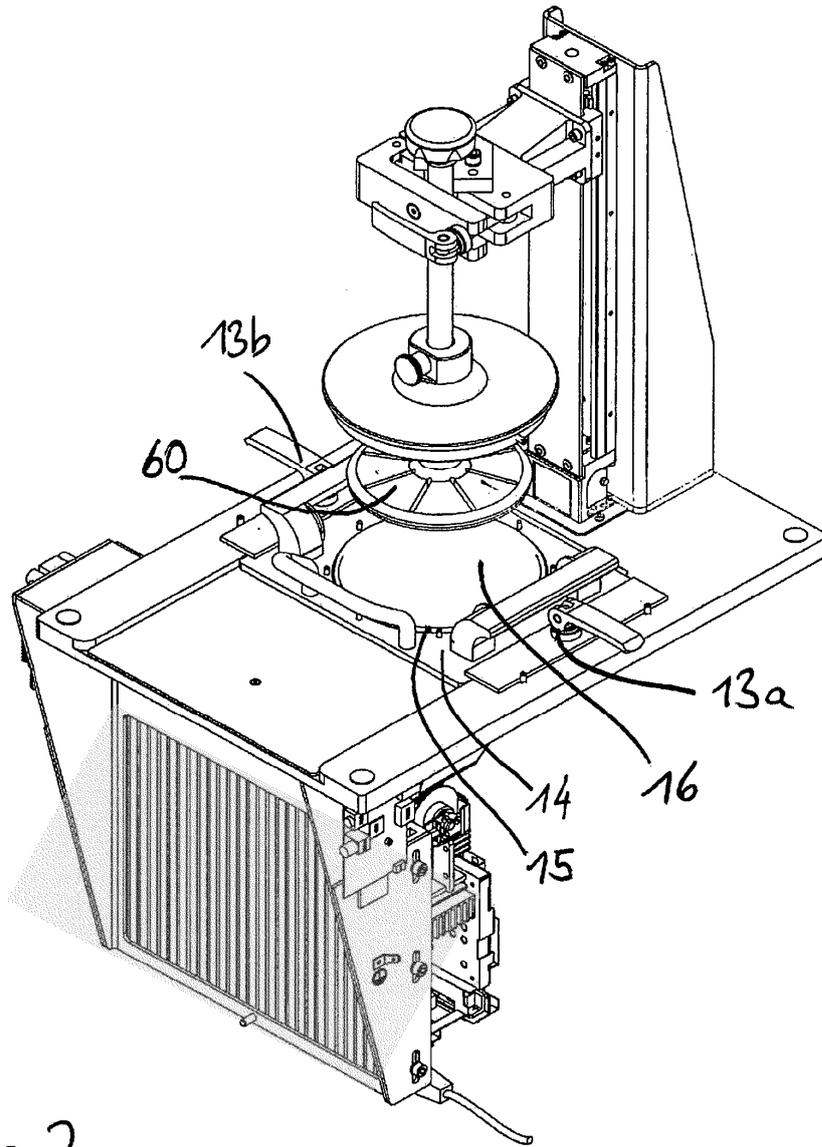


Fig. 2

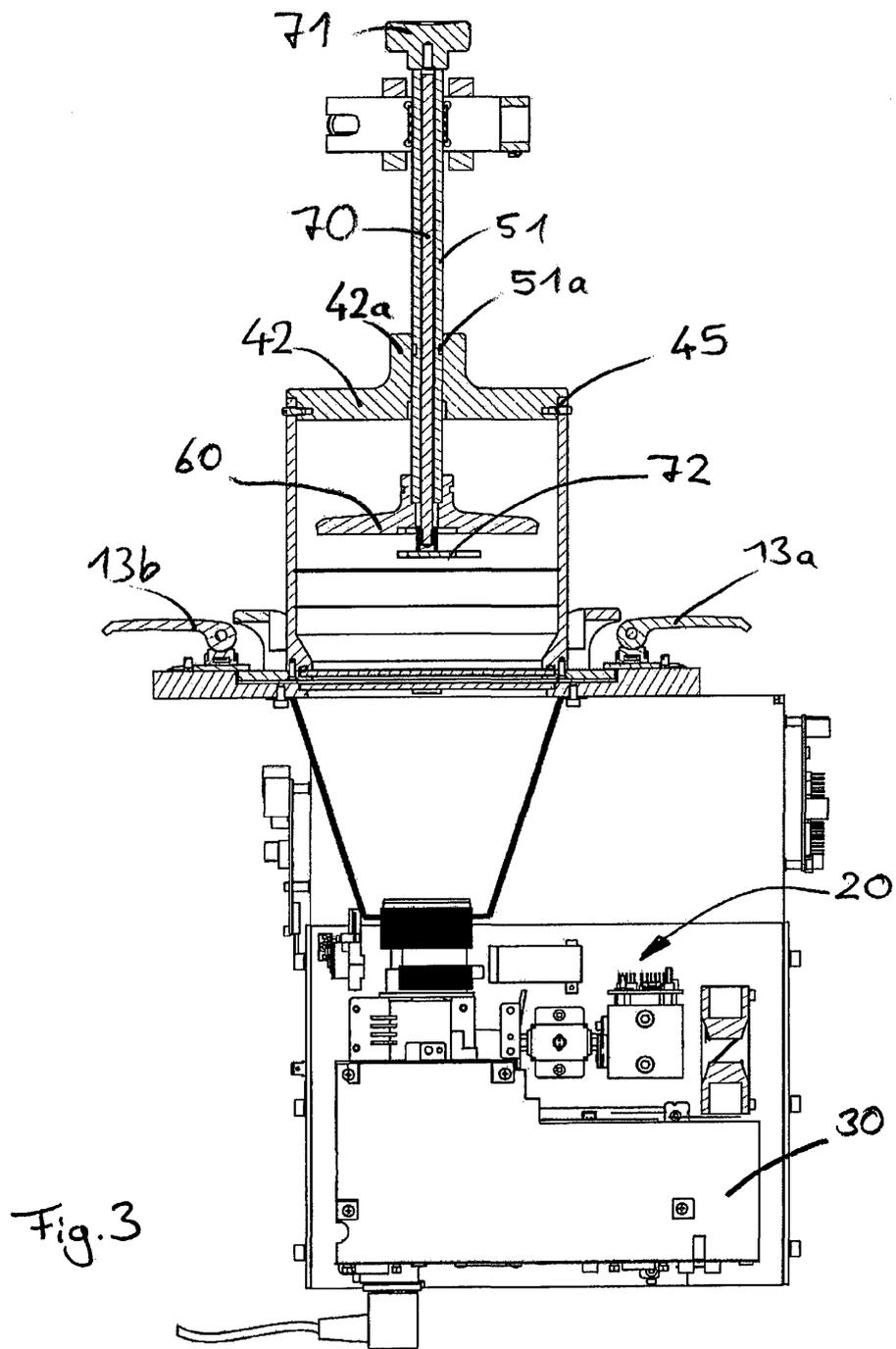
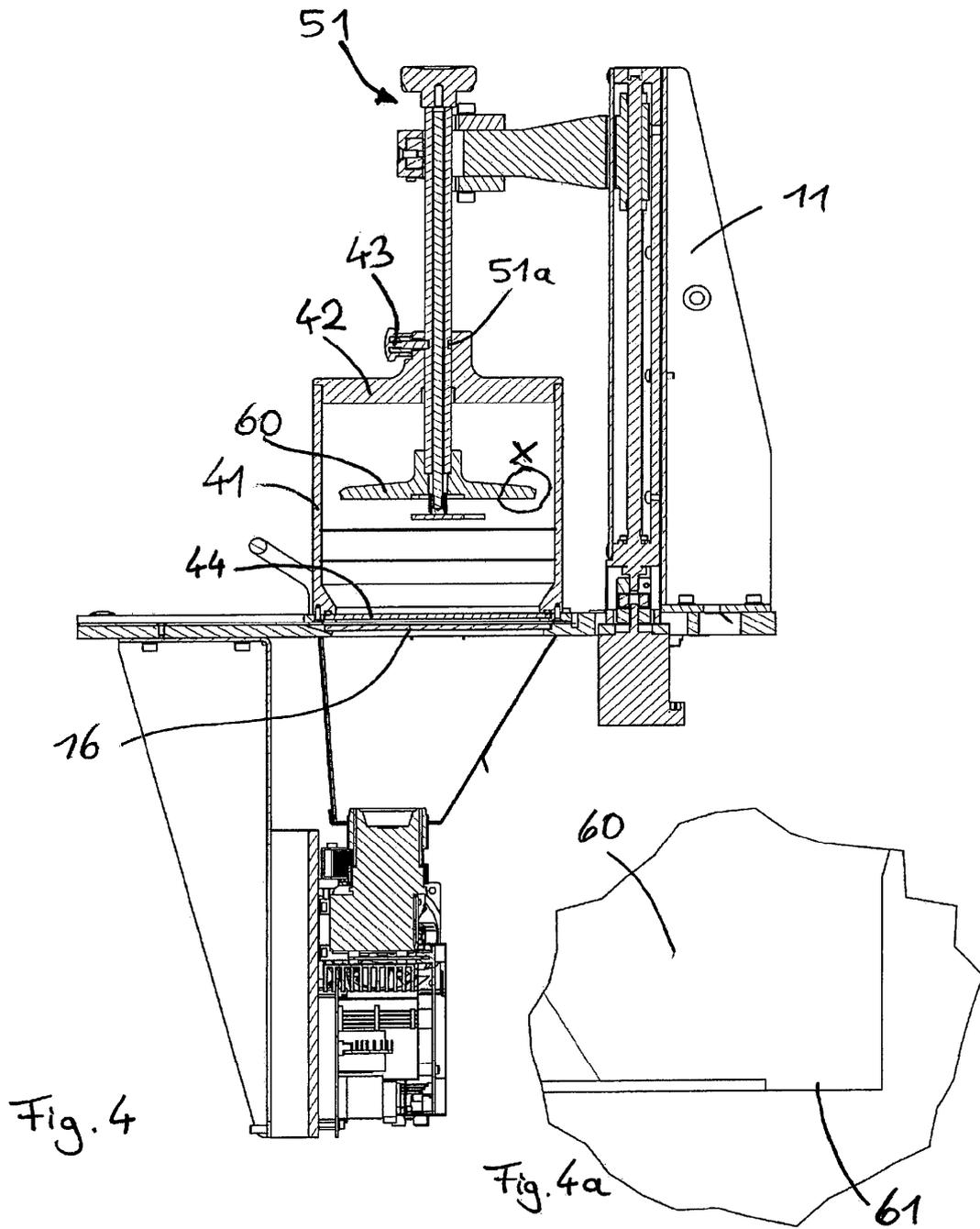
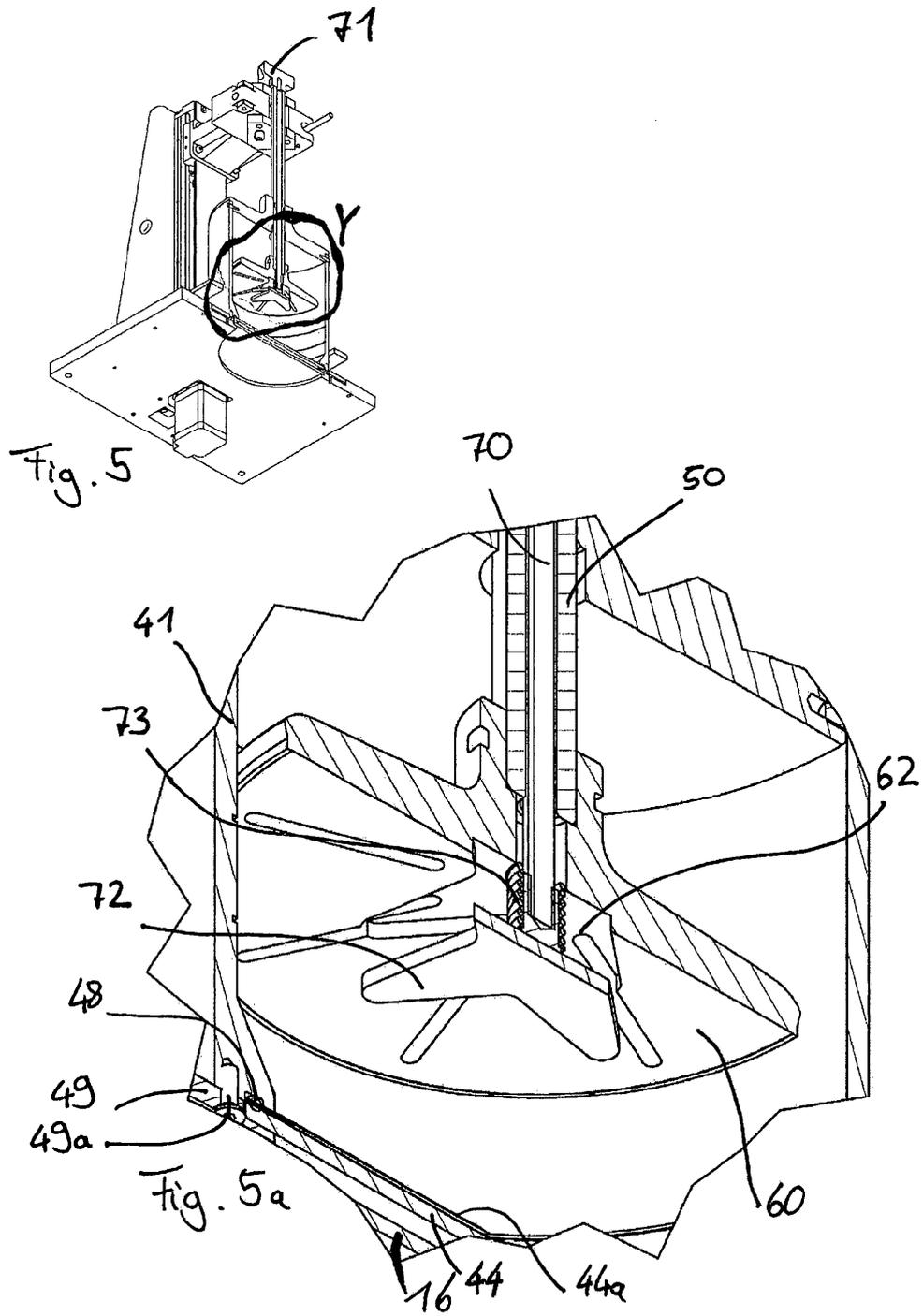


Fig. 3





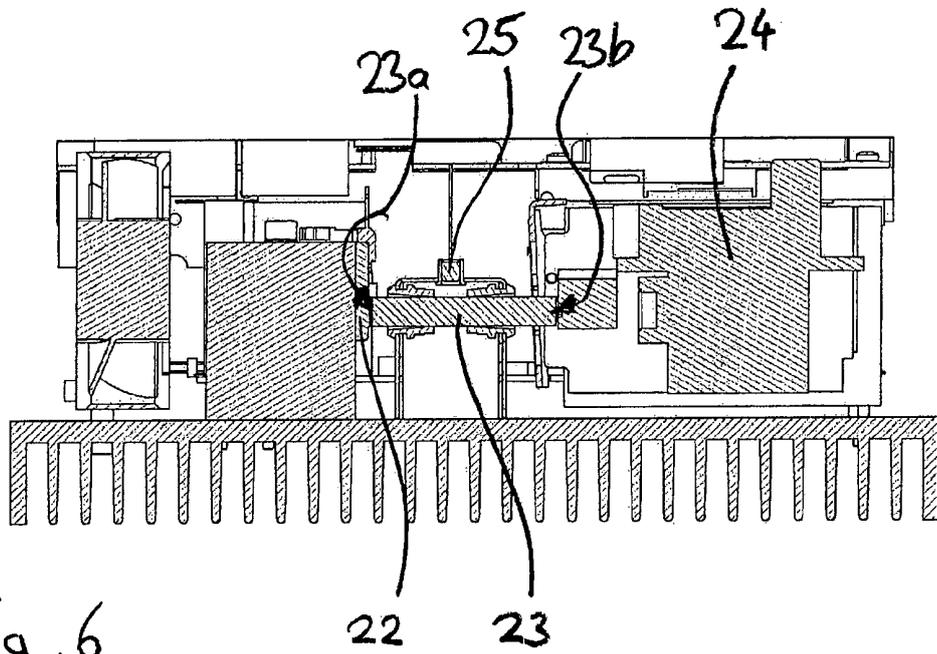


Fig. 6