

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 233**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2006.01)

A61C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2008** **E 08874980 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013** **EP 2337667**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para el procesamiento de material polimerizable por luz para la formación por capas de cuerpos moldeados.**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2013

73 Titular/es:

IVOCLAR VIVADENT AG (50.0%)
Bendererstrasse 2
9494 Schaan, LI y
TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN (50.0%)

72 Inventor/es:

ROHNER, GOTTFRIED;
WACHTER, WOLFGANG;
APPERT, CHRISTOPH;
PATZER, JOHANNES y
STAMPFL, JÜRGEN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 408 233 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 y procedimiento para el procesamiento de material polimerizable por luz para la formación por capas de cuerpos moldeados.

5 La invención se refiere a un dispositivo para el procesamiento de material polimerizable por luz, para la formación por capas de un cuerpo moldeado mediante la utilización de una fabricación generativa basada en la litografía, por ejemplo Rapid Prototyping, con un tanque con un suelo horizontal configurado de forma al menos parcialmente transparente, el cual puede llenarse con el material polimerizable por luz, una plataforma horizontal de construcción que está sostenida sobre el suelo del tanque a una altura ajustable, una unidad de iluminación, la cual es controlable para la iluminación selectiva por zonas de una zona de una superficie sobre la plataforma de construcción, con una muestra de intensidad con una geometría predeterminada, una unidad de control que esta preparada para polimerizar sobre la plataforma de construcción, en etapas de iluminación consecutivas, capas superpuestas con una respectiva geometría predeterminada, mediante el control de la unidad de iluminación, y para adaptar la posición relativa de la plataforma de construcción respecto al suelo del tanque tras cada fase de iluminación para una capa, a fin de construir sucesivamente el cuerpo moldeado en la forma deseada que resulta de la sucesión de las geometrías de las capas, siendo el tanque desplazable horizontalmente respecto a la unidad de iluminación y a la plataforma de construcción, y estando prevista una instalación de alimentación que aporta, bajo el control de la unidad de control, material polimerizable por luz en el tanque, al menos uno, estando dispuestas la unidad de iluminación y la plataforma de construcción horizontalmente a una cierta distancia del dispositivo de alimentación, y estando preparada la unidad de control para desplazar el tanque en un plano horizontal, de forma predeterminada mediante un accionamiento, entre las fases consecutivas de iluminación, a fin de llevar así el material polimerizable por luz, colocado sobre el suelo del tanque por el dispositivo de alimentación, a la zona entre la unidad de iluminación y la plataforma de construcción.

La invención se refiere además a un procedimiento para el procesamiento de material polimerizable por luz, para la formación por capas de un cuerpo moldeado mediante la utilización de una técnica de fabricación generativa basada en la litografía, por ejemplo Rapid Prototyping, en la que una capa de un material polimerizable por luz, la cual se encuentra en al menos un tanque con un suelo horizontal configurado de forma especialmente transparente (transparente o translúcido), es polimerizada con una geometría predeterminada, a través de la exposición en un campo de iluminación, sobre al menos una plataforma horizontal de construcción, la cual penetra en al menos un tanque, siendo desplazada verticalmente la plataforma de construcción para la formación de la capa subsiguiente, el material polimerizable por luz es alimentado sobre la capa configurada en último lugar, y, a través de la repetición de las fases anteriores, es construido por capas el cuerpo moldeado en la forma deseada, la cual resulta de la sucesión de las geometrías de las capas, siendo el tanque desplazable horizontalmente a una posición de alimentación, un dispositivo de alimentación aporta material polimerizable por luz al menos sobre un campo de exposición del suelo del tanque, antes de que el tanque, al menos uno, sea desplazado a la posición de iluminación en la que el campo de exposición se encuentra por debajo de la plataforma de construcción y por encima de la unidad de iluminación, y tiene lugar la iluminación.

La invención está dirigida especialmente a la construcción de cuerpos moldeados que han de ser utilizados en las restauraciones dentales.

Las tecnologías de CAD-CAM se han introducido desde hace algún tiempo en el ramo dental, y sustituyen a la fabricación manual tradicional de prótesis dentales. Los procedimientos de fabricación por remoción de material, usuales hoy en día, para la fabricación de cuerpos cerámicos de restauración dental tienen no obstante algunos inconvenientes, los cuales, según el estado actual de la técnica, no pueden ser mejorados bajo aspectos económicos con un gasto razonable. En este contexto, los procedimientos de fabricación por adición de material, tomados en consideración bajo la denominación de "rapid prototyping", (forma de ejecución de prototipos rápidos), especialmente procedimientos estéreo litográficos, en los cuales se polimeriza respectivamente, con la forma deseada, una capa de material recién depositada, a través de iluminación selectiva por zonas, mediante lo cual se realiza la conformación sucesiva de los cuerpos deseados a través de capas, en su forma tridimensional, la cual resulta de la sucesión consecutiva de las capas depositadas.

En relación a los polímeros rellenos con cerámica, ha de nombrarse especialmente el documento WO 98/06560. Aquí se ilumina un barro fino cerámico sobre una máscara dinámica (modulador de luz), a través de lo cual ha de construirse sucesivamente un cuerpo tridimensional. En el procedimiento descrito, el barro fino cerámico se ilumina desde arriba sobre un plataforma de construcción. En una iluminación desde arriba de ese tipo, ha de aplicarse tras cada iluminación una nueva fina capa de material (típicamente con un espesor de capa situado entre 10 y 100 μm) con la ayuda de una rasqueta. No obstante, en caso de utilización de materiales más viscosos, como son los materiales resinosos rellenos de cerámica, estas finas capas solo pueden aplicarse de forma difícilmente reproducible.

En el estado de la técnica son conocidas también técnicas, en todo caso para monómeros fotográficos sin relleno de cerámica, en las que la iluminación tiene lugar desde abajo a través del suelo de un tanque, el cual está ejecutado con una película transparente, una placa, o una placa con una superficie elastómera (por ejemplo de silicona o de

elastómero fluorado). Sobre la película transparente o placa se encuentra una plataforma de construcción, la cual es sostenida por un mecanismo de elevación, con una altura ajustable, sobre la película transparente o la placa. En la primera fase de iluminación, el polímero fotográfico se polimeriza en la forma deseada, entre la película y la plataforma de construcción, a través de iluminación. Al levantar la plataforma de construcción, la primera capa polimerizada se suelta de la película, o bien de la placa, y el monómero líquido fluye en la hendidura originada. A través de una sucesiva elevación de la plataforma de construcción, y una iluminación selectiva del material de monómero que ha fluido, se forma el cuerpo moldeado polimerizado por capas. Un dispositivo adecuado para la utilización de este procedimiento está descrito, por ejemplo, en el documento DE 199 57 370 AI, sobre el que están basados los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 20. una forma de procedimiento parecida está descrita en el documento DE 102 56 672 AI el cual se refiere asimismo, no obstante, a polímeros no rellenos.

En el procesamiento de polímeros fotográficos rellenos de cerámica, aparecen los siguientes problemas respecto al procesamiento de polímeros fotográficos no rellenos.

- La resistencia verde del cuerpo polimerizado es manifiestamente más reducida (menor de 10 Mpa) que la resistencia de un polímero no relleno (típicamente aproximadamente 20 a 60 Mpa). Debido a ello, el cuerpo de polímero fotográfico relleno de cerámica es manifiestamente menos resistente mecánicamente (por ejemplo al separar la capa de la placa conformada últimamente, o bien de la película, a través de la cual se iluminó desde abajo.
- Debido a la gran proporción de partículas cerámicas, se produce una dispersión pronunciada de la luz, y la profundidad de penetración de la luz utilizada se reduce considerablemente. Unido a ello está una polimerización irregular en la dirección z (dirección de irradiación) en el caso de espesores de capa de más de 20 μm . Debido a la poca profundidad de penetración, también es difícil alcanzar una adherencia fiable de la primera capa directamente sobre la plataforma de construcción. No obstante, para material monómero relleno de cerámica, no puede garantizarse que la capa inicial de comienzo sea lo suficientemente fina (por ejemplo menos de 75 μm). Con ello no se podría garantizar, incluso en caso de una iluminación muy larga de la primera capa, una fuerza de adherencia reproducible sobre la plataforma de construcción.
- En comparación con polímeros fotográficos no rellenos, los materiales fotopolimerizables rellenos de cerámica son manifiestamente más viscosos. Esto plantea requerimientos más elevados al mecanismo de iluminación utilizado. Especialmente, el tiempo que se necesita hasta continuar fluyendo el polímero fotográfico relleno de cerámica tras el levantamiento de la plataforma de construcción, puede ser considerablemente más largo. El levantamiento y bajada de la plataforma de construcción en un material foto polimérico altamente viscoso plantea también requerimientos más elevados, a fin de evitar desperfectos de la pieza construida.
- Debido a la alta viscosidad básica, los fotopolímeros rellenos de cerámica son más sensibles respecto a la gelificación mediante luz dispersa o luz ambiental. Las pequeñas intensidades de luz son ya suficientes para elevar la viscosidad del material por encima del límite admisible, debida a la polimerización que tiene lugar.

El preámbulo de la reivindicación 1 se basa en el documento US 5 876 550, el cual se refiere en primera línea a la construcción en capas de cuerpos moldeados de material en forma de polvo, o bien de plaquitas conformadas previamente. En la construcción de cuerpos moldeados de material de partida en forma de polvo, se utiliza la sinterización por láser para la solidificación. Se mencionan también materiales líquidos o en forma de pasta. En la forma de procedimiento descrita, el ciclo comienza al desplazarse un carro por debajo de la alimentación de polvo. El espesor de capa obtenido ahí se define a través del ajuste vertical de un mecanismo de elevación, conjuntamente con un rascador, bajo el cual el carro desplazable continúa moviéndose hacia la derecha, pasa por un cilindro para la compresión del polvo, y finalmente hasta una unidad de iluminación, y a continuación se ilumina selectivamente.

El objetivo de la presente invención es mejorar un procedimiento constructivo y un dispositivo para el procesamiento de material polimerizable por luz, para la construcción de cuerpos moldeados, mediante la utilización de una forma de construcción litográfica rápida, de tal forma que con ello puedan ser mejor procesados también materiales polimerizables por luz de mayor viscosidad, especialmente fotopolímeros rellenos de cerámica.

Para alcanzar este objetivo sirve el dispositivo según la reivindicación 1, y el procedimiento según la reivindicación 11. Formas de ejecución ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones subordinadas.

El dispositivo según la invención se caracteriza porque la unidad de control está preparada para ajustar de forma controlada el espesor de la capa, es decir, la distancia entre la plataforma de construcción, o bien desde la última capa generada, al suelo del tanque, a través del mecanismo de elevación, al bajar el mismo nuevamente la plataforma de construcción, tras la realimentación del material polimerizable por luz, y en caso de que esta exista con las capas configuradas sobre ella, hacia el material polimerizable por luz realimentado, de forma que el material polimerizable por luz es obligado a desplazarse desde el espacio intermedio que queda hacia el suelo del tanque, y se ajusta así de la forma descrita la distancia que queda entre la superficie inferior desplazada hacia abajo y el suelo del tanque.

En una forma de ejecución preferida, un dispositivo de aplicación, especialmente una rasqueta o un rodillo, está

situado en la dirección del movimiento del tanque, entre la instalación de alimentación y la unidad de iluminación/plataforma de construcción, siendo su altura ajustable sobre el suelo del tanque, a fin de actuar sobre la capa de material polimerizable por luz alimentada por la instalación de alimentación, y llevar a la misma, antes de alcanzar el espacio intermedio entre la unidad de iluminación y la plataforma de construcción, a un espesor uniforme.

Preferentemente, en el mecanismo de elevación existe un transductor de fuerza conectado con la unidad de control, el cual está en condiciones de medir la fuerza ejercida por el mecanismo de elevación sobre la plataforma de construcción, y transmitir el resultado de esta medición a la unidad de control, estando preparada la unidad de control para desplazar la plataforma de construcción con una trayectoria de fuerza predeterminada. Especialmente en el caso de materiales polimerizables por luz y rellenos de cerámica, pueden aparecer grandes fuerzas al descender dentro del material viscoso, o bien al elevar del mismo la plataforma de construcción, debidas a la elevada viscosidad, las cuales están determinadas por el desplazamiento, o bien la succión del material viscoso entre la plataforma de construcción y el suelo del tanque. A fin de limitar las fuerzas que aparecen, y posibilitar no obstante una velocidad de descenso, o bien de elevación lo más elevadas posible, lo cual acelera el proceso de producción en su conjunto, se puede utilizar la unidad de control de forma óptima con control de fuerza, controlando el mecanismo de elevación a través de una medición de fuerza.

Para la realización del movimiento horizontal entre fases de iluminación consecutivas, el tanque con su suelo puede estar apoyado de forma giratoria alrededor de un eje central, y ser girado mediante un accionamiento en un ángulo predeterminado entre las fases consecutivas de iluminación predeterminadas. La unidad de iluminación, y la plataforma de construcción situada encima de la misma, están situadas de forma desplazada hacia fuera respecto al eje central, de forma que en el caso de fases consecutivas de iluminación, y fases de movimientos de giro realizadas entre medio, al final se barra el suelo del tanque con una forma de corona circular. El dispositivo de revestimiento, por ejemplo una rasqueta o un rodillo, o bien combinaciones de los mismos, está situado entonces, en la dirección del movimiento, entre la instalación de alimentación por una parte, y la unidad de iluminación por otra, de forma que el proceso de exposición tiene lugar tras la actuación del dispositivo de revestimiento sobre la capa de material. Pueden estar previstas además varias rasquetas, o bien rodillos, o combinaciones de los mismos, a fin de producir un efecto de aplicación lisa y de laminación sobre la capa. El dispositivo de revestimiento puede estar especialmente formado además por un canto de un canal de alimentación de la instalación de alimentación, la cual está situada sobre el suelo del tanque a una altura ajustable.

Como alternativa al movimiento de giro, el tanque puede estar apoyado de forma desplazable a lo largo de una línea, y estar previsto un accionamiento que esté en disposición de desplazar el tanque una distancia predeterminada, bajo el control de la unidad de control, entre dos fases de iluminación.

A través de la elección apropiada del tamaño de los desplazamientos del tanque, pueden ejecutarse estrategias que permitan iluminar el tanque siempre en posiciones nuevas, de forma que pueda reducirse una adherencia del material polimerizable por luz sobre el suelo del tanque, a través de una exposición repetida sobre el mismo lugar del suelo del tanque. En un movimiento de giro del tanque, la relación, por ejemplo, de un círculo completo (360°) respecto al avance del ángulo de giro, no es preferentemente un número entero, y especialmente tampoco un número racional. Los avances del ángulo de giro pueden variarse también alternativamente en forma predeterminada o aleatoria, de forma que la polimerización tiene lugar siempre en otras zonas del tanque.

Preferentemente, en el dispositivo se utilizan diodos luminosos como fuente de luz de la unidad de iluminación y/o de la otra unidad de iluminación adicional. Tradicionalmente se utilizaban lámparas de vapor de mercurio en los procesos de estereolitografía con proyección de máscara, lo cual no obstante tiene inconvenientes, ya que la densidad lumínica de esas lámparas de vapor de mercurio puede variar en gran medida temporalmente y espacialmente, lo cual requería a menudo unas calibraciones repetitivas. De aquí que se prefiera la utilización de diodos luminosos, los cuales muestran variaciones temporales y espaciales de intensidad significativamente menores. Sin embargo, el dispositivo está preparado, en una forma preferida de ejecución, para realizar automáticamente una corrección, o bien una compensación de las variaciones de intensidad en intervalos predeterminados. Para ello puede estar previsto que la unidad de iluminación presente un sensor de referencia que esté configurado como un sensor fotográfico que explore el conjunto del campo de iluminación, o bien como una cámara CCD que abarque el conjunto del campo de iluminación. La unidad de control está preparada para controlar la unidad de iluminación, en una fase de calibración, con una señal de control predeterminada para la unidad de iluminación sobre el conjunto del campo de exposición, y utilizar la muestra de intensidad captada por el sensor de referencia para el cálculo de una compensación dependiente de la posición, de cuya utilización resulta una intensidad uniforme, con una señal de control predeterminada, en el conjunto del campo de exposición. Expresado de otra forma, la máscara de compensación suministra, dependiendo del lugar en el campo de exposición, una relación entre la amplitud de la señal que controla a la unidad de iluminación y la respectiva intensidad real que resulta de la misma. A través de ello pueden compensarse las variaciones, dependientes del tiempo o que aparecen permanentemente, de la distribución local de la intensidad en el campo de exposición, a ser controlada localmente la unidad de iluminación por la unidad de control con una máscara opuesta de la muestra de intensidad captada realmente en la última fase de calibración con una señal de control predeterminada, de forma que puede alcanzarse una intensidad uniforme efectiva en el campo de exposición.

Pueden utilizarse diodos luminosos que emiten luz con diferentes longitudes de onda. Con ello es posible procesar distintos materiales en el mismo dispositivo, con distintos foto iniciadores.

La unidad de iluminación puede estar concebida para la emisión de luz con una intensidad media de 1 mW/cm^2 hasta 2000 mW/cm^2 , especialmente 5 Wm/cm^2 hasta 50 mW/cm^2 .

- 5 La unidad de iluminación puede presentar un modulador espacial de luz, especialmente un campo de micro espejos controlado por la unidad de control.

10 En el sentido del giro, detrás de la zona de la unidad de iluminación y de la plataforma de construcción, puede situarse un limpiador porta escobillas, posicionable a una altura predeterminable sobre el suelo del tanque, el cual está configurado para una nueva distribución del material tras el proceso de polimerización. Tras una fase de exposición, tras el levantamiento de la plataforma de construcción queda sobre el suelo del tanque una zona de la capa de material sin material polimerizable por luz, la cual se corresponde con la forma de la última capa configurada. Esa zona es rellenada nuevamente mediante una nueva distribución del material sobre el suelo del tanque, a lo más tardar al pasar el limpiador.

15 El dispositivo puede estar configurado para realizar un movimiento basculante relativo tras la introducción del levantamiento de la plataforma de construcción, después de una fase de exposición bajo el control de la unidad de control, a través de lo cual se alcanza una separación cuidadosa de la capa de material polimerizado del suelo del tanque, y con ello un esfuerzo más reducido en el cuerpo moldeado.

20 En una forma de ejecución preferida, existen varios tanques, a los que se les ha asignado respectivamente un mecanismo de alimentación de uno de los varios materiales polimerizables, y un accionamiento que está en condiciones de desplazar respectivamente, controlado a través de la unidad de control, cada uno de los tanques, en una secuencia predeterminada, entre la unidad de iluminación y la plataforma de construcción, siendo el movimiento un movimiento lineal en el caso de una disposición en serie de varios tanques, o bien un movimiento de rotación en el caso de una disposición de varios tanques a lo largo de un recorrido curvado, a través de lo cual pueden construirse capas de distintos materiales conforme a la secuencia predeterminada elegida. Los distintos materiales pueden diferenciarse según su color y otras propiedades de los mismos, especialmente según las propiedades ópticas y mecánicas, a fin de conseguir así una estratificación deseada de los materiales en el cuerpo moldeado. Preferentemente, en el cambio de un tanque hacia otro se suprime el arrastre de material desde un tanque hasta el otro tanque, a fin de evitar el ensuciamiento de los materiales en los tanques. Para ello puede estar previsto especialmente que la plataforma de construcción, con las capas conformadas previamente sobre la misma, sea conducida, tras el levantamiento desde uno de los tanques, a través de una unidad de limpieza, especialmente a través de un baño con medios disolventes, a fin de separar el material no polimerizable adherido.

35 Un tanque, en el sentido de la forma de ejecución descrita en el apartado anterior, significa un espacio de alojamiento dividido y abierto hacia arriba, para material polimerizable por luz. De aquí que pueda ser también un único cuerpo de un tanque, subdividido en varios segmentos de tanque separados entre sí a través de paredes de separación, y pueda formar así varios tanques, en el sentido de esta invención.

Preferentemente, el mecanismo de alimentación presenta un alojamiento para la inserción de un cartucho con material polimerizable por luz, a fin de poder conducir de forma sencilla a su utilización al material polimerizable por luz que se desee para el respectivo proceso de construcción.

40 El lado inferior de la plataforma de construcción puede estar dotado con una estructura de botones, estrías o ranuras, que están previstas sobre o bien en la misma superficie inferior, o bien sobre o bien en un recubrimiento o película colocados sobre la misma. El suelo del tanque, transparente al menos parcialmente, puede estar formado por una película o una placa que contenga un inhibidor de la polimerización. La plataforma de construcción puede estar formada especialmente por un material resistente a las altas temperaturas, preferentemente de óxido de circonio, óxido de aluminio, cristal de zafiro o cristal de cuarzo.

45 Un procedimiento según la invención del género expuesto al principio está caracterizado porque la unidad de control está preparada para ajustar el espesor de la capa a través del mecanismo de elevación, es decir, la distancia entre la plataforma de construcción, o bien de la última capa generada, y el suelo del tanque, a sumergir nuevamente la plataforma de construcción, con las capas conformadas sobre la misma si éstas están presentes, en el material polimerizable por luz, de forma que el material polimerizable por luz es desplazado desde el espacio intermedio restante hacia el suelo del tanque, y ajustar la distancia restante entre la superficie inferior bajada y el suelo del tanque, en la forma predefinida.

55 En una forma de ejecución preferida, la distribución del material polimerizable por luz alimentado con un espesor de capa predefinido sobre el suelo del tanque, y especialmente sobre el campo de iluminación, durante el desplazamiento del tanque desde la posición de alimentación a la posición de exposición, se realiza con la ayuda de un dispositivo de aplicación, por ejemplo una rasqueta o un rodillo colocados entre la instalación de alimentación y la unidad de iluminación, así como de la plataforma de construcción, y cuya altura sobre el suelo del tanque es ajustable.

Preferentemente, el desplazamiento de la plataforma de construcción tiene lugar mediante la elevación y/o el descenso, controlados conforme a una trayectoria de fuerza preestablecida, es decir, la fuerza ejercida por el mecanismo de elevación sobre la plataforma de construcción es limitada según criterios preestablecidos. A través de ello pueden limitarse las fuerzas que aparecen, que pueden ser elevadas especialmente en el caso de materiales viscosos, y que pueden dañar la construcción del cuerpo moldeado, y posibilitarse no obstante una velocidad de descenso, o bien de elevación, lo más alta posible de la plataforma de construcción, entrando en el material polimerizable por luz, o bien saliendo del mismo, lo cual optimiza en su conjunto la velocidad del proceso de producción, ya que puede trabajarse siempre con la máxima velocidad, en la que además se evitan daños.

A fin de posibilitar la construcción de cuerpos moldeados con la utilización de distintos materiales, pueden utilizarse, en fases de construcción consecutivas y con una secuencia preseleccionable, una cierta cantidad de materiales distintos para la construcción de las capas, al desplazar varios tanques, a los que se ha asignado respectivamente una instalación de alimentación con uno de los varios materiales, en una secuencia preseleccionada entre la unidad de iluminación y la plataforma de construcción, siendo el movimiento un movimiento lineal en el caso de una disposición en serie de varios tanques, o bien un movimiento de rotación en el caso de una disposición de varios tanques a lo largo de un recorrido curvado. Los distintos materiales pueden diferenciarse según su color y otras propiedades de los mismos, especialmente según las propiedades ópticas y mecánicas, a fin de conseguir así una estratificación deseada de los materiales en el cuerpo moldeado.

En una forma de ejecución se utiliza para la fabricación del cuerpo moldeado un material polimerizable por luz relleno de partículas, por ejemplo relleno de cerámica, y se queman los componentes orgánicos del cuerpo moldeado terminado, antes de que el cuerpo moldeado sea sinterizado. Preferentemente, la porción de partículas del material polimerizable por luz está formada por una cerámica de óxido o por una cerámica de cristal.

El cuerpo moldeado a fabricar con el procedimiento según la invención puede ser, por ejemplo, una prótesis no sinterizada para una restauración dental, pudiendo ser por ejemplo el material polimerizable por luz, en este caso, un foto polímero relleno de cerámica. La plataforma de construcción presenta preferentemente una placa de un material resistente a las altas temperaturas, preferentemente de óxido de circonio, óxido de aluminio, cristal de zafiro o cristal de cuarzo. Sobre un portador cerámico de ese tipo puede estar adherida una película de polímero, a fin de formar la plataforma de construcción, pudiendo estar dotada la película de polímero, sobre el lado que está en contacto con el foto polímero, con estructuras como botones, estrías o similares, a fin de conseguir una mejor adherencia del foto polímero relleno con cerámica. Tras la construcción sucesiva de la prótesis no sinterizada, puede retirarse la plataforma de construcción junto con la prótesis no sinterizada, e introducirla directamente en el horno de sinterización. Al desprenderse la pieza construida, la película de polímero de la plataforma de construcción se deshace también la película de polímero junto a los componentes orgánicos de la resina, y con ello el cuerpo cerámico sinterizado se deposita ya suelto, tras el sinterizado, sobre la placa de la plataforma de construcción.

En el procedimiento según la invención para la fabricación de la pieza conformada puede utilizarse un material sintético, siendo embutida la pieza conformada, tras su fabricación, en una masa de embutición, y quemada tras la solidificación de la masa de embutición, siendo inyectado otro material en los huecos originados en la masa de embutición, especialmente un material de cerámica dental, o bien metal o una aleación.

En un procedimiento se puede utilizar un composite dental para la fabricación de la pieza conformada, y endurecer la pieza conformada después de su fabricación, y a continuación pulirla, o bien laquearla y endurecerla a continuación.

En un procedimiento según la invención, la porción de cerámica del foto polímero relleno de cerámica puede estar compuesto de una cerámica de óxido, una cerámica de cristal, especialmente óxido de circonio, óxido de aluminio, bisilicato de litio, cerámica de cristal de leucita, cerámica de cristal de apatita, o bien mezclas de los mismos.

En un procedimiento según la invención se levanta la plataforma de construcción, preferentemente tras la ejecución de una fase de exposición y con el tanque en reposo, a fin de levantar la capa formada del suelo del tanque. Para ello puede realizarse un ligero movimiento relativo de basculación entre la plataforma de construcción y el suelo del tanque, ya que, tras la polimerización, una adherencia de la capa formada sobre el suelo del tanque podría conducir, en el caso de tirar verticalmente hacia arriba, a una carga mecánica demasiado elevada de la capa recientemente formada, o bien del conjunto de la pieza construida. Tras la elevación de la plataforma de construcción permanece sobre el suelo del tanque una zona en la capa de material sin material polimerizable por luz, la cual se corresponde con la forma de la capa configurada en último lugar. Esta zona se rellena nuevamente mediante una nueva distribución del material sobre el suelo del tanque, a lo más tardar al pasar la rasqueta o el rodillo, o bien mediante un limpiador porta escobillas opcional adicional.

La invención se describe a continuación según un ejemplo de ejecución, con referencia a los dibujos, en los que:

Fig. 1 una vista lateral en planta desde arriba, parcialmente cortada, sobre un dispositivo según la invención.

Fig. 2 muestra una vista en planta desde arriba sobre el dispositivo de la figura 1,

- Fig. 3 a 5 muestran una vista parcial del dispositivo de la figura 1 en la zona de la plataforma de construcción y del suelo del tanque, en fases de trabajo consecutivas,
- Fig. 6 muestra, en vista en planta desde arriba, una segunda forma de ejecución del dispositivo,
- Fig. 7 una vista lateral en planta desde arriba, parcialmente cortada, sobre el dispositivo de la segunda forma de ejecución de la figura 6, y
- Fig. 8 muestra una vista en planta desde arriba sobre una tercera forma de ejecución del dispositivo.

El siguiente ejemplo de ejecución se refiere a la fabricación de una prótesis sin sinterizar para una restauración dental.

En primer lugar se describen los componentes principales del dispositivo, con referencia a las figuras 1 y 2. El dispositivo presenta, en la forma de ejecución representada en la figura 1, una carcasa 2 que sirve para la ubicación y la instalación de los demás componentes del dispositivo. La parte superior de la carcasa 2 es cubierta por un tanque 4, el cual tiene a menos un suelo transparente y plano en las zonas previstas para iluminaciones.

Bajo el suelo 4 del tanque está prevista, en la carcasa 2, una unidad de iluminación 10, la cual, controlada por una unidad de control 11, puede iluminar selectivamente, con una muestra de la geometría deseada, un campo de exposición predeterminado en la parte inferior del suelo 6 del tanque.

Preferentemente, la unidad de iluminación 15 presenta una fuente de luz 15 con varios diodos luminosos 23, siendo alcanzada preferentemente en el campo de exposición una potencia luminosa de aproximadamente 15 a 20 mW/cm². La longitud de onda de la luz emitida por la unidad de iluminación está situada preferentemente en la zona de 400 a 500 nm. La luz de la fuente de luz 15 es modulada en su intensidad, de forma selectiva respecto a la posición, a través de un modulador 17 de luz, y proyectada en la muestra de intensidad resultante y con la geometría deseada sobre el campo de exposición en la parte inferior del suelo 6 del tanque. Como moduladores de luz pueden servir diversos tipos de los llamados Chips DLP (digital light processing chips), como por ejemplo campos de microespejos, campos de LCD y similares. Alternativamente puede utilizarse un láser como fuente de luz, cuyo rayo de luz barre sucesivamente el campo de exposición mediante un espejo móvil que puede ser controlado por la unidad de control.

Sobre la unidad de iluminación 10 está prevista, más allá del suelo 6 del tanque, una plataforma 12 de construcción, la cual es sostenida por un mecanismo 14 de elevación con un brazo de soporte 18, de forma que la misma es sostenida, de forma desplazable en altura, sobre el suelo 6 del tanque y sobre la unidad 10 de iluminación. La plataforma 12 de construcción es asimismo transparente o translúcida.

Sobre la plataforma 12 de construcción, la cual está configurada de forma transparente, está situada otra unidad de iluminación 16, la cual es controlada asimismo por la unidad de control 11, a fin de proyectar luz desde arriba a través de la plataforma 12 de construcción, al menos en la formación de la primera capa bajo la plataforma 12 de construcción, a fin de conseguir a través de ello una polimerización segura y reproducible de forma fiable, y una adherencia de la primera capa polimerizada sobre la plataforma de construcción.

Por encima de la superficie del tanque 4 está prevista además una instalación de alimentación 8 con un depósito en forma de un cartucho recambiable 9, relleno con material polimerizable por luz. Desde la instalación de alimentación 8 puede proporcionarse sucesivamente material polimerizable por luz sobre el suelo 6 del tanque, bajo el control de la unidad de control 11. La instalación de alimentación es sostenida por un soporte 34 desplazable en altura.

El tanque 4 está apoyado en la carcasa 2 con un rodamiento 1, de forma giratoria respecto a un eje vertical 22. Está previsto un accionamiento 24, el cual ajusta al tanque 4 en una posición de giro deseada, controlado por la unidad de control 11.

En la dirección de giro entre la unidad de iluminación 12 y la instalación de alimentación 8 puede estar situado sobre el suelo 6 del tanque un limpiador porta escobillas 30 con altura ajustable, el cual puede hacerse cargo de diversas funciones, como se describe más adelante.

Como se desprende de la figura 2, entre la instalación de alimentación 8 y la unidad de iluminación 12, y por encima del suelo del tanque 6, está situado un dispositivo de aplicación 26, aquí en forma de una rasqueta 26, la cual es posicionable sobre el suelo del tanque 6 a una altura ajustable, a fin de alisar, a través de una pasada junto al dispositivo de aplicación, el material que ha sido alimentado desde la instalación de alimentación 8 sobre el suelo 6 del tanque, antes de que el mismo alcance a la unidad 12 de iluminación, a fin de asegurar a través de ello una distribución uniforme y un espesor de capa predeterminado. Alternativamente, o bien adicionalmente a la rasqueta, al dispositivo de aplicación pueden pertenecer uno o varios rodillos, o bien otras rasquetas, a fin de actuar aplanando sobre la capa de material.

El brazo basculante 18 que soporta la plataforma 12 de construcción está unido con la parte desplazable verticalmente del mecanismo 14 de elevación a través de una articulación giratoria 20. En el mecanismo de

elevación está previsto además un transductor de fuerza 29, el cual mide la fuerza ejercida por el mecanismo 14 de elevación al bajar, o bien al elevar la plataforma 12 de construcción, y transmite el resultado de la medición hacia la unidad de control 12. Esta está configurada, como se describe más adelante, para controlar al mecanismo de elevación 14 según una trayectoria de fuerza predefinida, por ejemplo limitar la fuerza ejercida sobre la plataforma 12 de construcción a un valor máximo.

El modo de funcionamiento del dispositivo representado en las figuras 1 y 2 puede describirse resumiendo de la forma siguiente. De la instalación de alimentación 8 se aporta sobre el suelo 6 del tanque, de forma controlada a través de la unidad de control, una cantidad prefijada de material 5 polimerizable por luz y relleno con cerámica. Mediante la excitación del accionamiento 24, la unidad de control 11 induce a un giro del suelo del tanque alrededor del eje 22, de forma que el material alimentado pasa por el dispositivo de aplicación 26, aquí en forma de una rasqueta, la cual alisa el material polimerizable por luz hasta un espesor 32 de capa preestablecido, el cual es determinado a través del ajuste en altura del dispositivo de aplicación 26. A continuación, el material es desplazado a la zona entre la plataforma 12 de construcción y la unidad de iluminación 10 a través de un giro del tanque 4.

Aquí sigue ahora, tras la detención del movimiento de giro del tanque 4, la bajada de la plataforma 12 de construcción dentro de la capa 5 de material polimerizable por luz formada sobre el suelo 6 del tanque, lo cual se describe a continuación según las figuras 3 a 5. En el estado mostrado en la figura 3, se ha configurado sobre el suelo del tanque una capa 5 de material polimerizable por luz con un espesor 32 prefijado, encontrándose la plataforma 12 de construcción en este estado todavía por encima de la capa 5. En la parte inferior de la plataforma 12 de construcción se ha colocado una película a la que se hará referencia posteriormente. Desde el estado representado en la figura 3 tiene lugar ahora una bajada de la plataforma 12 de construcción a través del mecanismo de elevación 14 controlado por la unidad de control 11, de forma que la plataforma 12 de construcción, con la película 13 en su parte inferior, penetra en la capa 5 de material polimerizable por luz, y desplaza a la misma parcialmente, al continuar bajando, del espacio intermedio entre la película 13 y la superficie superior del suelo 6 del tanque. A través del mecanismo de elevación 14, la plataforma 12 de construcción es bajada hacia el suelo del tanque, de tal manera que se define una capa con un espesor preciso 21 prefijado entre la plataforma de construcción y el suelo del tanque. A través de ello se puede controlar de forma precisa el espesor 21 de la capa de material a polimerizar.

Al bajar la plataforma 12 de construcción en el material 5 polimerizable por luz, y en el siguiente descenso hasta la posición mostrada en la figura 4, pueden aparecer grandes fuerzas, especialmente en el desplazamiento de un material altamente viscoso, cuando el descenso de la plataforma de construcción tuviese lugar con una velocidad preestablecida. A fin de evitar que las capas de material a construir estén sometidas a fuerzas demasiado grandes en el descenso de la plataforma 12 de construcción en el material 5 polimerizable por luz, existe en el mecanismo de elevación el transductor de fuerza 29 citado anteriormente, el cual mide la fuerza ejercida sobre la plataforma 12 de construcción, y transmite la señal de medición a la unidad de control 11. Esta está ahora preparada para controlar al mecanismo de elevación de tal forma que siga los criterios preestablecidos para la fuerza captada por el transductor de fuerza 29, especialmente que la fuerza ejercida no sobrepase una fuerza máxima prefijada. A través de ello puede realizarse el descenso de la plataforma 12 de construcción dentro del material 5 polimerizable por luz, y la elevación de la plataforma de construcción fuera del mismo, controlado por una parte de tal manera que se limiten las fuerzas ejercidas sobre la plataforma de construcción, y con ello también sobre las capas ya conformadas, y a través de ello se eviten desperfectos al construir el cuerpo moldeado, y por otra parte puedan ser efectuados el descenso y la elevación de la plataforma 12 de construcción con la máxima velocidad posible a la que aún puedan ser evitados los daños del cuerpo moldeado a construir, a fin de alcanzar de tal manera una velocidad óptima del proceso.

Tras el descenso de la plataforma de construcción dentro del material 5 polimerizable por luz, en la posición mostrada en la figura 4, sigue ahora la primera fase de iluminación para la polimerización de la primera capa 28 sobre la plataforma 12 de construcción, siendo accionada también al mismo tiempo la otra fase de iluminación 16 (simultáneamente o desplazada en el tiempo), a fin de garantizar una adherencia segura de la primera capa 28 de polimerización sobre la plataforma de construcción. Durante el proceso de iluminación, el tanque 4 permanece fijado en reposo, es decir, el accionamiento 24 permanece desconectado. Tras la exposición de una capa, la plataforma 12 de construcción es elevada mediante el mecanismo de elevación. Pero en primer lugar se realiza preferentemente un movimiento relativo de vuelco entre la plataforma 12 de construcción y el suelo 6 del tanque. Este leve movimiento de vuelco ha de servir para un desprendimiento que carga poco mecánicamente a la última capa polimerizada del cuerpo moldeado 27 del suelo del tanque 6. Tras ese movimiento de vuelco y el desprendimiento de la capa conformada últimamente, la plataforma de construcción es elevada una distancia predeterminada, como se muestra en la figura 5, de forma que la última capa conformada se encuentra sobre el cuerpo moldeado 27 sobre el material polimerizable por luz.

A continuación se aporta nuevamente material sobre la instalación 8 de alimentación, y el tanque 4 se gira a través del accionamiento 24 en un ángulo predeterminado, siendo conducido nuevamente el material que se desplaza junto a la rasqueta a un espesor de capa uniforme. Esta secuencia de fases se prolonga hasta que la sucesión de capas con una geometría respectiva preestablecida resulte en la forma deseada de la pieza verde.

El limpiador porta escobillas previsto detrás de la unidad de iluminación sobre el suelo 6 del tanque puede tener

diversas funciones. El mismo puede servir, por ejemplo, cuando esté descendido completamente sobre el suelo 6 del tanque, a recoger el material del suelo del tanque y desviarlo, o bien conducirlo nuevamente a la instalación de alimentación, lo cual debería tener lugar al final de un proceso de construcción. Durante un proceso de construcción, el limpiador porta escobillas 30, cuando está ligeramente levantado respecto al suelo 6 del tanque, sirve para distribuir nuevamente el material, especialmente para empujar nuevamente material a los „agujeros“, los cuales se producen a través de un proceso de iluminación en la capa de material tras el levantamiento de la plataforma 12 de construcción.

Tras la finalización de un proceso de construcción, la plataforma 12 de construcción puede ser girada hacia arriba conjuntamente con la unidad de iluminación colocada encima, a través del giro del brazo giratorio 18 alrededor de la articulación 20, como se da a entender en línea discontinua en la figura 1. Después hay un mejor acceso al tanque 4, a fin de poder, por ejemplo, limpiar el mismo, o bien cambiarlo.

Tras la construcción descrita de la pieza verde de material polimerizado relleno de cerámica, éste ha de ser extraído del dispositivo, y conducido a un horno de cochura, en el cual, a través del tratamiento por temperatura, se induce una descomposición del medio aglutinante (desligar), y se realiza una sinterización del material cerámico. Para la simplificación de la manipulación del cuerpo construido, la plataforma de construcción está configurada de tal manera que puede soltarse fácilmente del brazo 18 portador. Entonces puede retirarse la plataforma de construcción, con el cuerpo moldeado 27 relleno de cerámica, construido y adherido a la misma, y colocarla en un horno de cochura. A fin de posibilitar la extracción, preferentemente sencilla, del cuerpo de restauración dental construido de polímero relleno de cerámica, la plataforma de construcción ha de estar fabricada no obstante de un material resistente a las altas temperaturas, para lo que pueden servir, por ejemplo, óxido de circonio, óxido de aluminio, cristal de zafiro o cristal de cuarzo. Como alternativa a ello es posible una película transparente autoadhesiva, la cual puede estar estructurada para una mejor adherencia, en el lado orientado hacia el foto polímero, con botones, estrías, entalladuras, etc., y puede retirarse tras el proceso de construcción a través de un simple despegue de la plataforma de construcción, o bien puede retirarse la plataforma de construcción y llevarse al horno de cochura junto a la película para la descomposición/sinterización.

Las figuras 6 y 7 muestran una forma de ejecución alternativa respecto al dispositivo con tanque giratorio de las figuras 1 y 2, en la cual el tanque 54 está configurado de forma desplazable linealmente de un lado a otro. En esa forma de ejecución hay en la carcasa 52 un tanque 54 desplazable linealmente y alojado en un alojamiento 57. Por encima del tanque 54 está colocada la instalación 58 de alimentación, de forma desplazable en altura. Por encima del tanque 54, la plataforma de construcción 62 está sostenida en un brazo giratorio 68, el cual pertenece a un mecanismo 64 de giro, y con referencia a la dirección lineal de desplazamiento está desplazada respecto a la instalación de alimentación 58. El brazo giratorio 68 está dotado por otra parte con una articulación giratoria 70, la cual posibilita que el brazo giratorio 68 pueda girarse 180° en la dirección vertical tras la elevación, después de lo cual la plataforma de construcción 62, con el cuerpo moldeado construido encima, señala hacia arriba, y en esa posición puede manipularse de forma sencilla.

Por debajo de la plataforma de construcción 62 y del suelo 65 del tanque se encuentra la unidad de iluminación 60, en la que está colocada una fuente de luz 65 con diodos luminosos 73. La luz de la fuente de luz 65 se proyecta sobre la plataforma de construcción 62 por encima de un modulador 67 de luz, y a través del suelo transparente 56 del tanque. En la unidad de iluminación 60 existe también un sensor 51 de referencia, el cual es utilizado en una fase de calibración para, al controlar el modulador de luz, captar la distribución verdadera de la intensidad en el campo de exposición, de modo que no tenga lugar en el campo de exposición ninguna dependencia de la posición o de la modulación. De la desviación de la distribución de la intensidad captada realmente se puede, mediante una inversión, calcular un perfil de control (máscara de compensación) para el modulador de luz, el cual se ocupa de una intensidad realmente uniforme sobre el campo de exposición. Un sensor 1 de referencia correspondiente existe también en la forma de ejecución de las figuras 1 y 2.

En la dirección del desplazamiento del tanque 54 (indicada a través de la doble flecha en las figuras 6 y 7) se han dispuesto de forma consecutiva un dispositivo de aplicación 76, sostenida sobre el suelo 56 del tanque se forma desplazable en altura, aquí en forma de una rasqueta cuyo canto inferior está situado a una distancia ajustable respecto a la superficie del suelo del tanque, y un limpiador porta escobillas.

El modo de funcionamiento del dispositivo mostrado en las figuras 6 y 7 se corresponde, salvo la diferencia entre el movimiento lineal del tanque 54, que va de un lado a otro en lugar del movimiento giratorio del tanque 4, con las fases del procedimiento descritas anteriormente, referidas a las figuras 3 a 5. En primer lugar el tanque 54 es desplazado hacia la izquierda desde la posición mostrada en la figura 7, provocándolo mediante la unidad 61 de control que pone en funcionamiento al accionamiento 75, hasta la posición mostrada mediante líneas discontinuas (posición de alimentación). Aquí se aporta, a través de la instalación de alimentación 58, material polimerizable por luz sobre el suelo 56 del tanque, siendo preestablecidos asimismo por la unidad de control 61 la cantidad y el desarrollo en el tiempo. A continuación, la unidad de control 61 provoca, a través de la reversión del accionamiento 75, que el tanque 54 sea desplazado nuevamente hacia atrás. En esto, el material 55 polimerizable por luz que se ha aportado sobre el suelo 56 del tanque pasa en primer lugar por el limpiador 80 porta escobillas, y luego por el dispositivo 76 de aplicación, los cuales se encargan de una distribución uniforme y de un espesor homogéneo del material 55 polimerizable por luz, antes de que el mismo alcance el espacio intermedio entre plataforma de

construcción 62 y la unidad de iluminación 60. Después se para el accionamiento 75, transcurriendo la sucesión de fases como se ha descrito anteriormente en relación con las figuras 3 a 5, sumergiéndose la plataforma de construcción 62 en la capa de material 55 polimerizable por luz, y definiendo, mediante el ajuste de la distancia al suelo del tanque, una capa con espesor preestablecido entre la plataforma de construcción y el suelo del tanque.

5 Después tiene lugar el accionamiento de la unidad de iluminación 60 para la generación de una muestra de exposición con una geometría prefijada, siendo accionada también en este contexto, al menos en la generación de la primera capa directamente sobre la plataforma 62 de construcción, la otra unidad de iluminación 66 con sus diodos luminosos 69, a fin de exponer a la primera capa mediante iluminación a través de la plataforma transparente de construcción, y a través de ello conseguir una polimerización completa y una adherencia fiable de la primera capa sobre la plataforma 62 de construcción.

10 Tras la polimerización de la primera fase con la geometría deseada, la plataforma 62 de construcción es elevada nuevamente, a través del accionamiento del mecanismo 64 de elevación, de forma que la capa polimerizada conformada es elevada hacia fuera por encima de la superficie del material 55 polimerizable por luz.

15 Después se repite la secuencia de fases descrita, es decir, el tanque 54 es desplazado nuevamente hacia la izquierda, se aporta material polimerizable por luz desde la instalación de alimentación 58, y se distribuye el mismo uniformemente al desplazarse el tanque 54 hacia atrás, mediante el limpiador porta escobillas 80 y el dispositivo de aplicación 76, después de lo cual, tras la desconexión del accionamiento 75 del mecanismo de elevación 64, la plataforma 62 de construcción desciende de nuevo, de forma que la última capa polimerizada conformada se sumerge en el material 55 polimerizable por luz, y es llevada a una distancia prefijada sobre el suelo del tanque 56, a fin de polimerizar en la siguiente fase de exposición la capa de material que se encuentra ahora en el espacio intermedio. La amplitud de la distancia del desplazamiento de un lado a otro puede ser naturalmente variada nuevamente, a fin de evitar que la polimerización se realice siempre sobre el mismo lugar del suelo del tanque.

20 Por otra parte, el mecanismo de elevación 64 está dotado de un transductor de fuerza 79, cuyos valores de medición son utilizados por la unidad de control 61, como se ha descrito anteriormente en relación con la primera forma de ejecución, para la limitación de la fuerza ejercida sobre la plataforma de construcción al bajar y elevar la plataforma de construcción.

25 Preferentemente pueden utilizarse también procedimientos en los que se utilizan varios materiales distintos polimerizables por luz y rellenos de cerámica para la construcción de la pieza verde. Esto puede tener lugar, por ejemplo, si están previstos varios tanques con su respectivo reservorio asignado con distintos materiales. Estos pueden ser desplazados entonces, a modo de portadores alternativos, hacia la unidad de iluminación y hacia la plataforma de construcción, a fin de procesar distintos materiales en una secuencia preestablecida. Para ello, los diversos tanques pueden estar dispuestos por ejemplo en serie uno tras otro sobre un soporte, el cual sea desplazable entonces linealmente respecto a la unidad de iluminación y a la plataforma de construcción, a fin de preparar respectivamente un tanque que se desee. Alternativamente, varios tanques giratorios, de los cuales uno está representado en las figura 1 y 2, pueden estar colocados sobre un círculo de una placa de mayor tamaño, la cual por otra parte es giratoria a su vez, a fin de llevar respectivamente un tanque que se desee, a través del ajuste de la posición de giro del disco, a la posición entre la unidad de iluminación y la plataforma de construcción en la que entonces se realice la capa de polimerización de la capa respectiva.

30 Una forma de ejecución especial de un dispositivo, con el cual pueden ser utilizados diferentes materiales polimerizables por luz para la construcción de un cuerpo moldeado, se muestra en la figura 8 en vista esquemática en planta desde arriba. Aquí se dispone de cuatro tanques 104 en una disposición en forma de círculo sobre un disco giratorio. La disposición de la instalación 108 de alimentación, de la otra unidad de iluminación 116 sobre un mecanismo de elevación 114, así como del limpiador porta escobillas 130 situado en medio, y del dispositivo de aplicación, se parece ampliamente a la disposición del dispositivo de las figuras 6 y 7, exceptuando el hecho de que los componentes no están colocados a lo largo de un trayecto lineal y de que el tanque es desplazable linealmente, sino que los componentes están colocados a lo largo de un segmento circular, y el tanque tiene correspondientemente la forma de un segmento circular. Entre las sucesivas fases de exposición en el mismo tanque 104, el tanque es desplazado de un lado a otro en un ángulo de aproximadamente menos de 90°, de forma que resulta por otra parte un movimiento de un lado a otro entre la instalación de alimentación 118 y la plataforma de construcción que se encuentra debajo del otro dispositivo de iluminación.

35 Si en un momento determinado ha de utilizarse uno de los materiales de uno de los tres tanques 104 restantes, el disco giratorio es girado en un ángulo correspondiente de 90°, 180° o 270°, a fin de llevar a uno de los tanques siguientes al dispositivo contemplado para la construcción del cuerpo moldeado.

40 Como se indica en la figura 8 abajo, sobre el disco giratorio, en la zona de otro segmento circular, puede estar previsto otro dispositivo para la construcción de cuerpos moldeados, el cual puede trabajar de forma paralela respecto al dispositivo mostrado arriba.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el procesamiento de material polimerizable por luz (5; 55; 105), para la formación por capas de un cuerpo moldeado (27) mediante la utilización de una fabricación generativa basada en la litografía, por ejemplo Rapid Prototyping, con
 - 5 un tanque (4; 64; 104) con un suelo horizontal (6; 56; 106) configurado de forma al menos parcialmente transparente, el cual puede llenarse con el material (5; 55; 105) polimerizable por luz,

una plataforma horizontal de construcción (12; 62) que está sostenida sobre el suelo del tanque (6; 56; 106) a una altura ajustable,

una unidad de iluminación (10; 60), la cual es controlable para la iluminación selectiva por zonas de una zona de una superficie sobre la plataforma de construcción (12; 62), con una muestra de intensidad con una geometría predeterminada,

una unidad de control (11; 61) que esta preparada para polimerizar sobre la plataforma de construcción (12; 62), en etapas de iluminación consecutivas, capas superpuestas (28) con una respectiva geometría predeterminada, mediante el control de la unidad de iluminación (10; 60), y para adaptar la posición relativa de la plataforma de construcción (12; 62) respecto al suelo (6; 56; 106) del tanque tras cada fase de iluminación para una capa (28), a fin de construir sucesivamente el cuerpo moldeado (27) en la forma deseada que resulta de la sucesión de las geometrías de las capas,

siendo el tanque (4; 54; 104) desplazable horizontalmente respecto a la unidad de iluminación (10; 60) y a la plataforma de construcción (12; 62), y estando prevista una instalación de alimentación (8; 5f; 108) que aporta, bajo el control de la unidad de control (11; 61), material polimerizable por luz (5; 55; 105) en el tanque (4; 54; 104), al menos uno, estando dispuestas la unidad de iluminación (10; 60) y la plataforma de construcción (12; 62) horizontalmente a una cierta distancia de la instalación de alimentación (8; 58; 108), y estando preparada la unidad de control para desplazar el tanque (4; 54; 104) en un plano horizontal, de forma predeterminada mediante un accionamiento (28), entre las fases consecutivas de iluminación, a fin de llevar así el material polimerizable por luz (5; 55; 105), colocado sobre el suelo del tanque por la instalación de alimentación (8; 58; 108), a la zona entre la unidad de iluminación (10; 60) y la plataforma de construcción (12; 62),

estando colocada la unidad de iluminación (10; 60) por debajo del suelo del tanque (6; 56; 106) para la iluminación desde abajo del suelo del tanque (6), al menos parcialmente transparente, y porque la plataforma de construcción (12; 62) está sujeta a un mecanismo de elevación (14; 64; 114) de forma elevable por encima del suelo del tanque (6; 56; 106) a través de la unidad de control (10; 60), **caracterizado por que** la unidad de control está preparada para ajustar de forma controlada el espesor (21) de la capa (28), es decir, la distancia entre la plataforma de construcción (12; 62), o bien desde la última capa generada, al suelo del tanque (6; 56; 106), a través del mecanismo de elevación (14; 64; 114), al bajar el mismo nuevamente la plataforma de construcción (12; 62), tras la realimentación del material polimerizable por luz, y en caso de que esta exista con las capas configuradas sobre ella, hacia el material (5; 55; 105) polimerizable por luz realimentado, de forma que el material polimerizable por luz (6; 56; 106) es obligado a desplazarse desde el espacio intermedio que queda hacia el suelo del tanque, y se ajusta de forma controlada y de la manera preestablecida, mediante la unidad de control (11; 61), la distancia que queda entre la superficie inferior desplazada hacia abajo y el suelo del tanque.
 - 20
 - 25
 - 30
 - 35
 - 40
 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** un dispositivo de aplicación (26; 76; 126), especialmente una rasqueta o un rodillo, está situado en la dirección del movimiento del tanque, entre la instalación de alimentación (8; 58; 108) y la unidad de iluminación (10), así como la plataforma de construcción (12; 62), siendo su altura ajustable sobre el suelo (6; 56; 106) del tanque.
 - 45
 3. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** en el mecanismo de elevación (14; 64; 114) existe un transductor de fuerza (29; 79) conectado con la unidad de control (11; 61), el cual está en condiciones de medir la fuerza ejercida por el mecanismo de elevación (14; 64; 114) sobre la plataforma de construcción (12; 62), y transmitir el resultado de esta medición a la unidad de control (11; 61), estando preparada la unidad de control (11; 61) para desplazar la plataforma de construcción (12; 62) con una trayectoria de fuerza predeterminada.
 - 50
 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el tanque (4) está apoyado de forma giratoria alrededor de un eje central vertical (22), estando situados el dispositivo de iluminación (10) por debajo del suelo (6), y la plataforma (12) de construcción, así como la instalación de alimentación (8) y el dispositivo de aplicación (26) por encima, desplazados en la dirección radial respecto al eje vertical (22) de giro, y **por que** está previsto un accionamiento (24) que está en condiciones, bajo el control de la unidad de control (11), de girar el tanque (4) entre fases de exposición sucesivas en un ángulo predeterminado alrededor del eje central (22) de giro.
 - 55
 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el tanque (54) está apoyado

de forma desplazable a lo largo de una línea, y porque está previsto un accionamiento (74) que está en condiciones, bajo el control de la unidad de control (61), de desplazar el tanque (54) entre fases de exposición sucesivas a una distancia predeterminada.

- 5 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** como fuente de luz de la unidad de iluminación (10; 60) sirven diodos luminosos (23; 73).
7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado por que** los diodos luminosos (23; 73) emiten luz con distintas longitudes de onda.
- 10 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la unidad de iluminación (10; 60) presenta además al menos un sensor de referencia (1; 51) que está configurado en forma de un sensor fotográfico que explore el conjunto del campo de iluminación, o bien como una cámara CCD que abarque el conjunto del campo de iluminación, estando la unidad de control (11; 61) preparada para controlar la unidad de iluminación, en una fase de calibración, con una señal de control predeterminada para la unidad de iluminación (10; 60) sobre el conjunto del campo de exposición, y utilizar la muestra de intensidad captada por el sensor de referencia (1; 51) en el campo de exposición para el cálculo de una máscara de compensación para alcanzar una intensidad uniforme en el conjunto del campo de exposición.
- 15 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** hay varios tanques (104) a los que se les ha asignado respectivamente un instalación (108) de alimentación de uno de los varios materiales (105), y existe un accionamiento, el cual desplaza respectivamente, controlado a través de la unidad de control, uno de los tanques (104), en una secuencia elegida predeterminada, entre la unidad de iluminación y la plataforma de construcción, siendo este movimiento un movimiento lineal en el caso de una disposición en serie de varios tanques, o bien un movimiento de rotación en el caso de una disposición de varios tanques (104) a lo largo de una trayectoria curvada.
- 20 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la instalación (B) para material (5) polimerizable por luz tiene un alojamiento para la inserción intercambiable de un cartucho (9) con material (5) polimerizable por luz.
- 25 11. Procedimiento para el procesamiento de material (5; 55; 105) polimerizable por luz, para la formación de un cuerpo moldeado (27) mediante la utilización de una técnica de fabricación generativa basada en la litografía, por ejemplo Rapid Prototyping, en la que una capa (28) de un material polimerizable por luz (5; 55; 105), la cual se encuentra en al menos un tanque (4; 54; 104) con un suelo horizontal (6; 56; 106) configurado de forma especialmente transparente, es polimerizada con una geometría predeterminada, a través de la exposición en un campo de iluminación, sobre al menos una plataforma horizontal (12; 62) de construcción, la cual penetra en al menos un tanque(4; 54; 104),
- 30 desplazada verticalmente la plataforma de construcción (12; 62) es desplazada verticalmente para la formación de la capa subsiguiente,
- 35 el material polimerizable por luz (5; 55; 105) es realimentado sobre la capa (28) configurada en último lugar, y, a través de la repetición de las fases anteriores, es construido por capas el cuerpo moldeado (27) en la forma deseada, la cual resulta de la sucesión de las geometrías de las capas,
- 40 siendo el tanque (4; 54; 104) desplazable horizontalmente a una posición de alimentación, una instalación de alimentación (8) aporta material polimerizable por luz al menos sobre un campo de exposición del suelo (6; 56; 106) del tanque, antes de que el tanque (4; 54; 104), al menos uno, sea desplazado a una posición de iluminación en la que el campo de exposición se encuentra por debajo de la plataforma de construcción (12; 62) y por encima de la unidad de iluminación (10; 60), y tiene lugar la iluminación, **caracterizado por que** el espesor de la capa del material (5; 55; 105) es ajustado a través de la distancia entre la plataforma de construcción (12; 62) y el suelo del tanque (6; 56; 106) con la ayuda de un mecanismo de elevación (14; 64; 114), el cual, tras la realimentación de material polimerizable por luz sumerge nuevamente la plataforma de construcción (12; 62), con las capas conformadas sobre la misma si éstas están presentes, en el material polimerizable por luz (5; 55; 105) realimentado, de forma que el material polimerizable por luz es desplazado desde el espacio intermedio restante hasta el suelo del tanque (6; 56; 106), y ajusta, de forma predefinida y controlada por la unidad de control (11; 61), la distancia restante entre la superficie inferior bajada y el suelo del tanque.
- 50 12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** la distribución del material alimentado (5; 55; 105) sobre el suelo del tanque (6; 56; 106) en un espesor de capa /33) preestablecido, especialmente sobre el campo de exposición, es realizado durante el desplazamiento del tanque (4; 54; 104) desde la posición de alimentación a la posición de iluminación, con la ayuda de un dispositivo de aplicación (26; 76; 126), por ejemplo una rasqueta o un rodillo, colocados entre la instalación de alimentación (8; 58; 108) y el dispositivo de iluminación (10; 60), así como la plataforma de construcción(12; 62), y cuya altura sobre el suelo del tanque (6; 56; 106) es ajustable.

13. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por que** la elevación y/o descenso de la plataforma (12; 62) tiene lugar con control de fuerza conforme a una trayectoria de fuerzas preestablecida.
- 5 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizado por que** el tanque (4) está apoyado de forma giratoria, y es girado entre las fases consecutivas de construcción de las capas en un ángulo preestablecido alrededor del eje vertical (22).
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 14, en el que el tanque (54) está apoyado de forma desplazable lateralmente, y es desplazado lateralmente entre las fases consecutivas de construcción de las capas en una distancia preestablecida.
- 10 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 15, en el que se utiliza, en fases de construcción consecutivas y con una secuencia preseleccionable, una cierta cantidad de materiales distintos (105) para la construcción de las capas, al desplazar varios tanques (104), a los que se ha asignado respectivamente una instalación de alimentación (108) con uno de los varios materiales (105), en una secuencia preseleccionada entre la unidad de iluminación y la plataforma de construcción, siendo ese movimiento un movimiento de rotación en el caso de una disposición de varios tanques (104) a lo largo de un recorrido curvado, o bien un movimiento lineal en el caso de que los tanques estén colocados a lo largo de una recta.
- 15

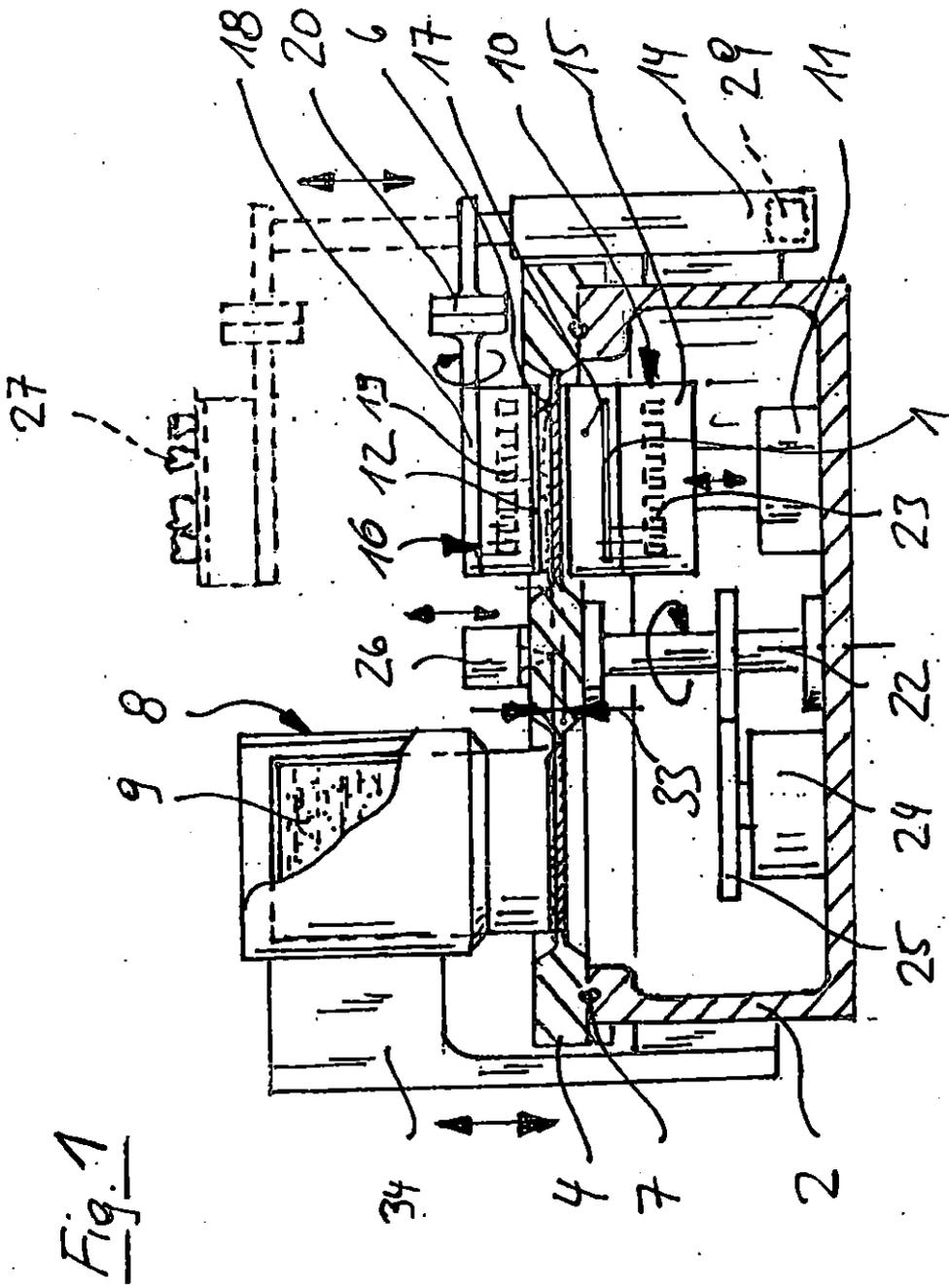


Fig. 2

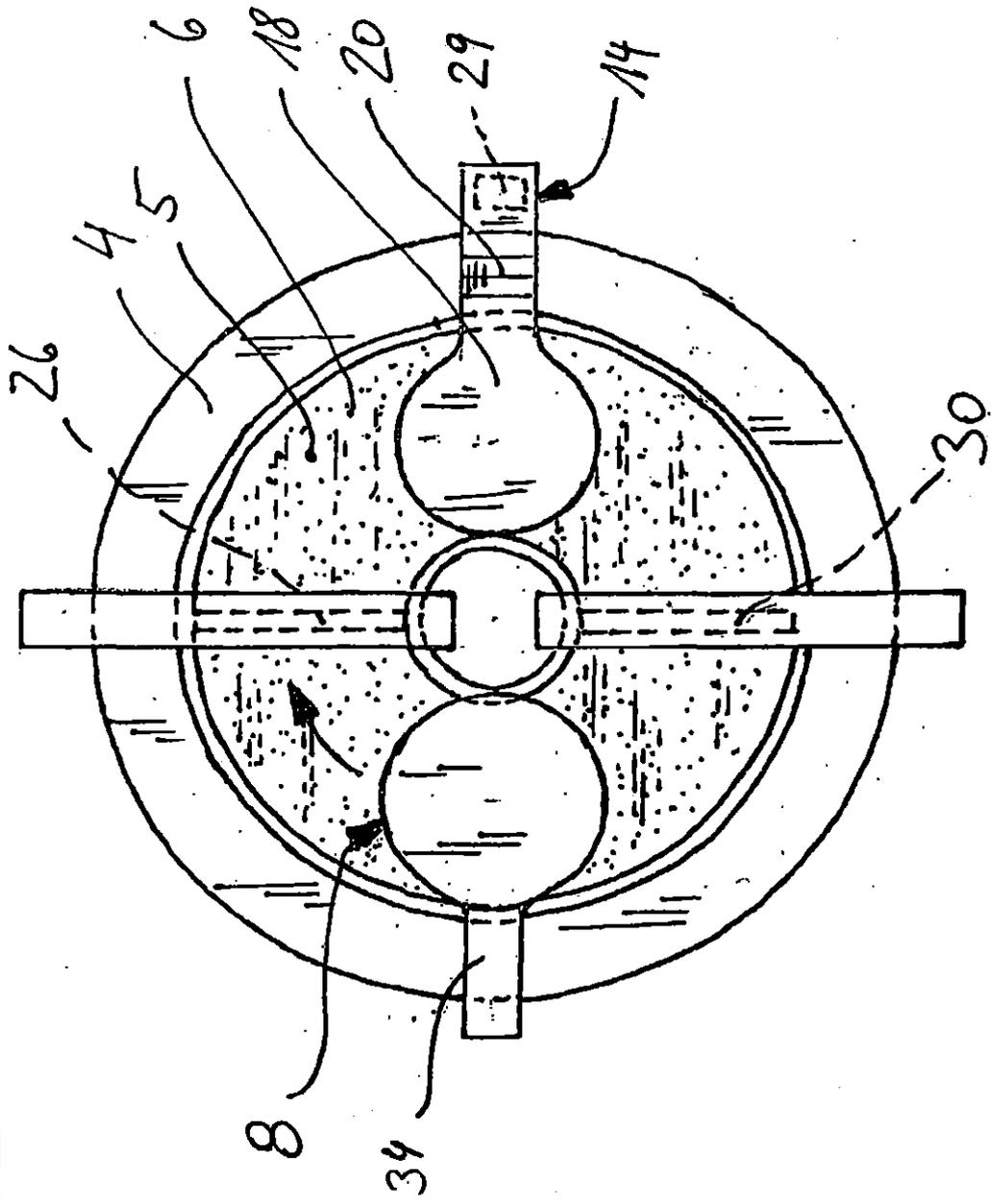


Fig. 3

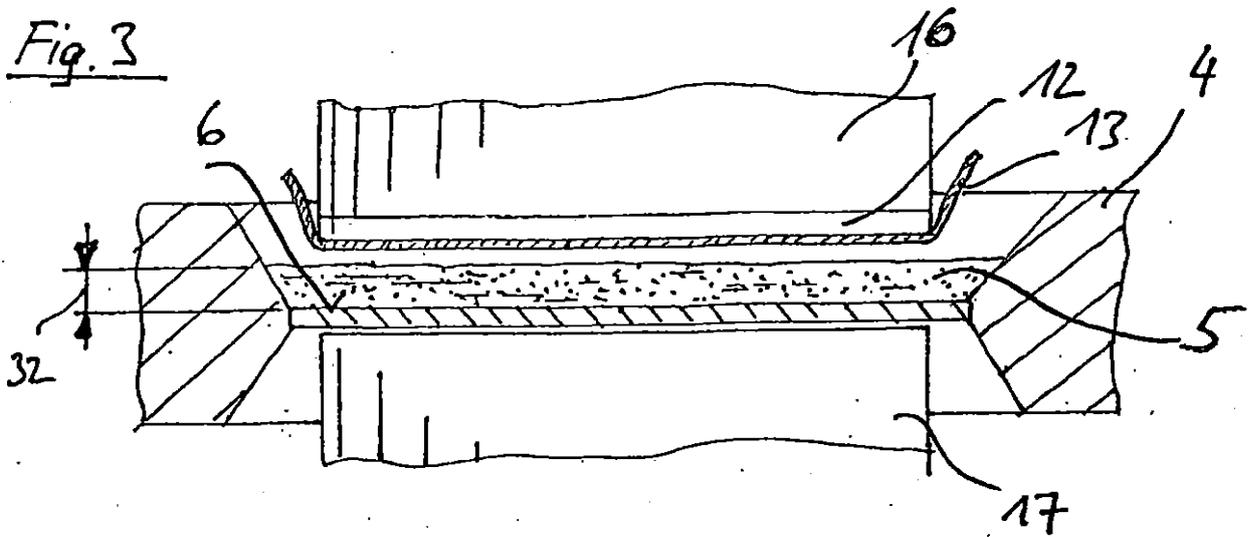


Fig. 4

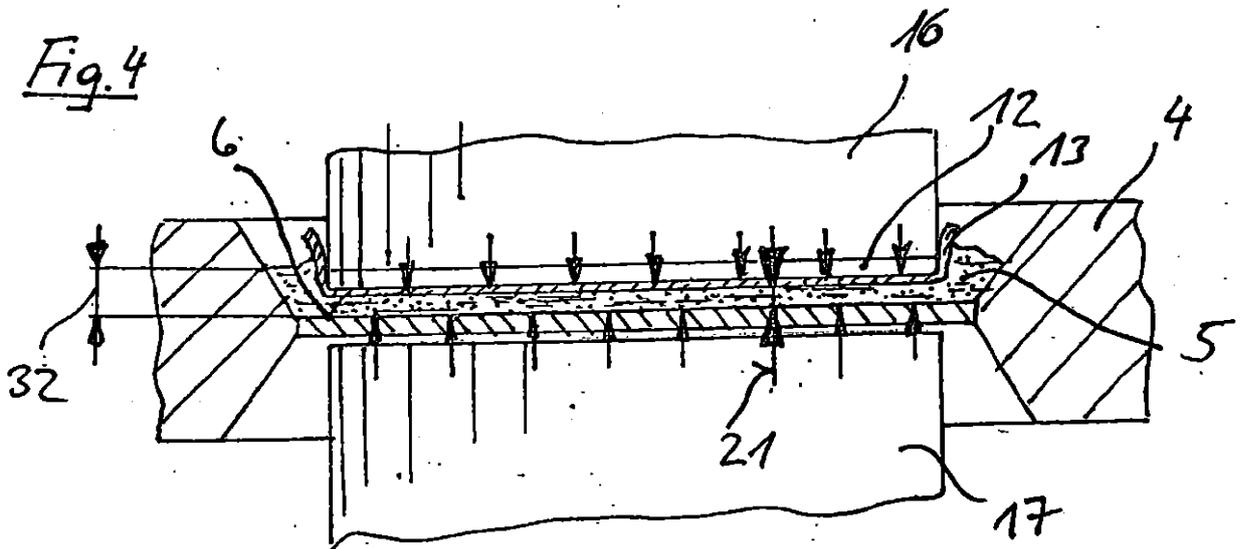


Fig. 5

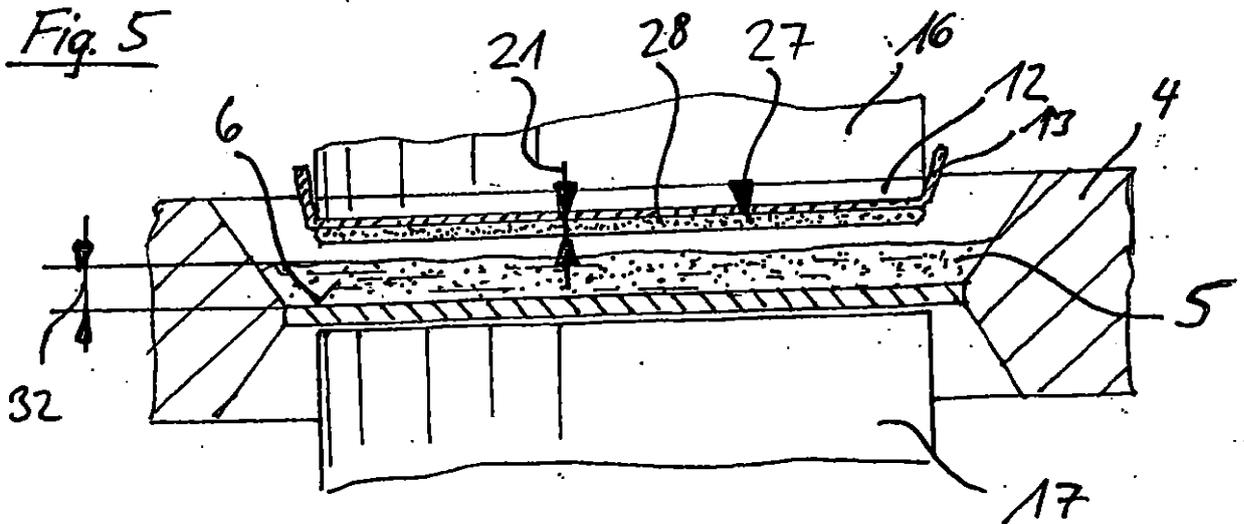


Fig.6

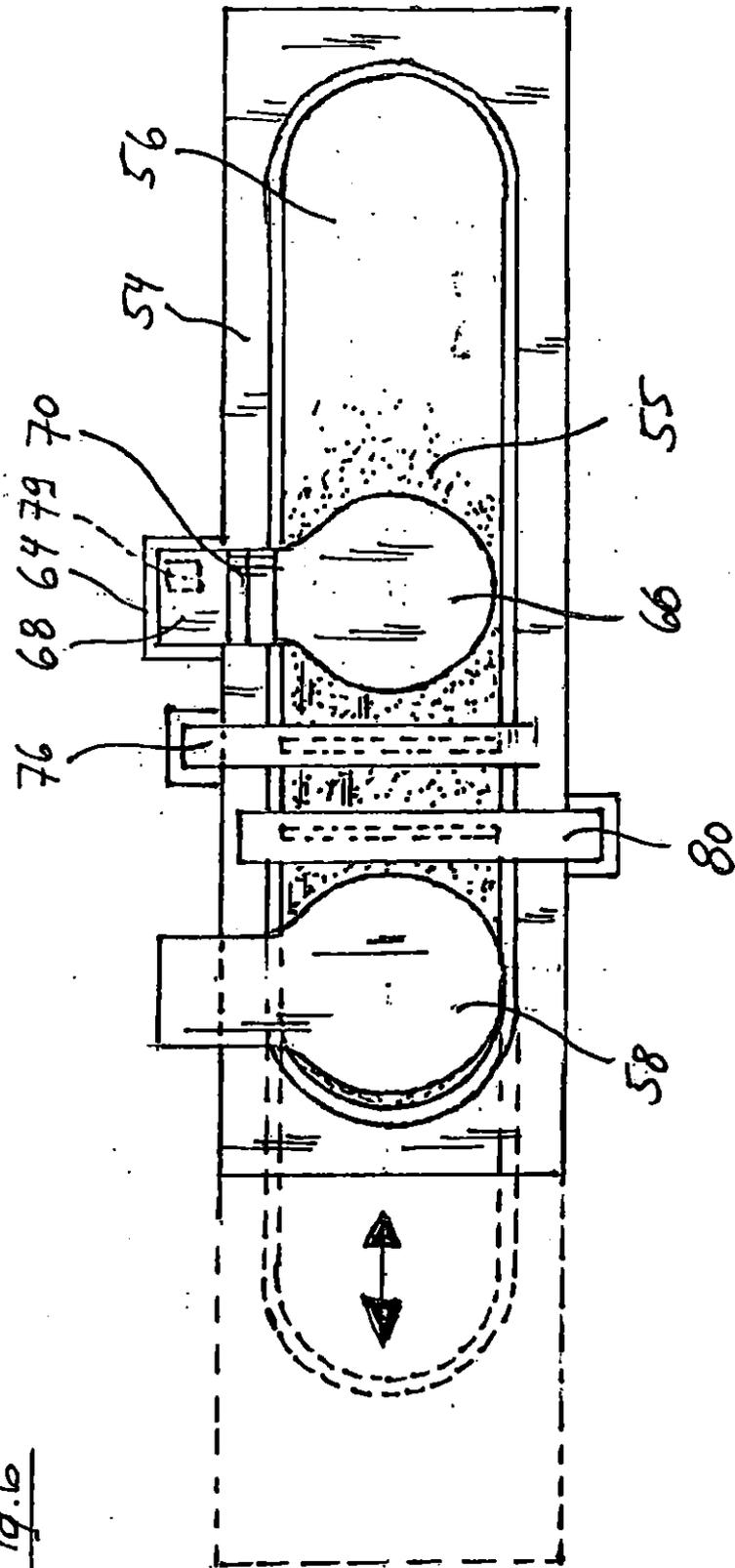


Fig. 8

