

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 398**

51 Int. Cl.:

**B29C 67/00** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.11.2010 PCT/DE2010/001339**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2011 WO11063786**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2010 E 10798490 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017 EP 2504154**

54 Título: **Método y dispositivo para elaborar maquetas tridimensionales**

30 Prioridad:

**27.11.2009 DE 102009055966**

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

**11.07.2017**

73 Titular/es:

**VOXELJET TECHNOLOGY GMBH (100.0%)  
Paul-Lenz-Strasse 1  
86316 Friedberg, DE**

72 Inventor/es:

**EDERER, INGO y  
GRASEGGER, JOSEF**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 623 398 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para elaborar maquetas tridimensionales

La invención se refiere a un método y a un dispositivo para elaborar maquetas tridimensionales según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 En la memoria de la patente europea EP 0 431 924 B1, se describe un método para elaborar objetos tridimensionales a partir de datos de ordenador. En dicho método se aplica un material constituido por partículas en un estrato delgado sobre una plataforma y se imprime selectivamente dicho estrato mediante un cabezal impresor con un aglutinante. La zona de partículas impresa con el aglutinante se aglomera y se consolida por la influencia del aglutinante y, dado el caso, de un endurecedor adicional. Seguidamente, se baja la plataforma una cuantía igual al  
10 espesor del estrato en un cilindro de construcción y se provee de un nuevo estrato de material constituido por partículas, que se imprime asimismo, tal como se describió más arriba, con una nueva capa provista de material en partículas que se imprime asimismo como se ha descrito más arriba. Esas etapas se repiten hasta que se alcanza una determinada altura del objeto deseada. A partir de las zonas impresas y consolidadas, se forma así un objeto tridimensional.

15 Dicho objeto elaborado a partir de material constituido por partículas consolidado se embebe tras su terminación en material suelto constituido por partículas y seguidamente se libera de ellas. Lo que se realiza, por ejemplo, mediante una aspiradora. Restantes quedan después de ello los objetos deseados, que se liberan luego del polvo residual, por ejemplo, por cepillado.

20 En el documento WO 98/28124 A2, un método publica también un método y un dispositivo para elaborar objetos tridimensionales a partir de datos de ordenador.

De modo similar operan también otros procesos de elaborar prototipos rápidos basados en polvo como, por ejemplo, el sinterizado láser selectivo o el sinterizado de rayos de electrones en los que asimismo se distribuye respectivamente de forma selectiva un material suelto constituido por partículas por estratos y se consolida selectivamente con ayuda de una fuente de radiación controlada físicamente.

25 A continuación se reúnen todos esos métodos bajo el concepto de "método de impresión tridimensional" o método de impresión en 3D.

La impresión en 3D a base de sustancias pulverulentas es el método más rápido entre las técnicas de construcción por estratos. En este caso, hay diversas formas de realización con diferentes características.

30 Se ha representado una forma de realización, por ejemplo, en la figura 1. En la figura 1 se muestra un dispositivo para construir maquetas por estratos en una vista en planta desde arriba. El estratificador 30 y el eje 21 del cabezal impresor se mueven en el dispositivo mostrado en la figura 1 sobre las mismas unidades de desplazamiento, a saber, los ejes 22, 23 de desplazamiento.

35 En un instante  $t_0$ , una unidad, compuesta de cabezal 20 impresor, eje 21 de cabezal impresor y estratificadora 30, se desplaza desde la posición de llenado a la posición de inicio, véase figura 1a), y recubre entonces de polvo el campo 10 de construcción de longitud L y anchura B (figura 1b) (fin del recubrimiento en el instante  $t_1$ , figura 1c)).

40 Seguidamente tiene lugar la impresión del campo de construcción (inicio en el instante  $t_2$ ) con un cabezal 20 impresor de anchura limitada. El cabezal 20 impresor puede imprimir en una pasada, en este caso, una banda con la anchura  $S_b$  de impresión con la definición deseada sobre la longitud L del campo de construcción (dirección X), lo cual se ha representado en la figura 1d). En otros casos, el cabezal 20 impresor debe imprimir varias veces sobre las bandas para conseguir la deseada definición, y al mismo tiempo desplazarse en pequeños tramos ( $<S_b$ ).

45 En el primer caso, el cabezal impresor debe ser llevado n-veces sobre el campo constructivo para imprimir una superficie completa. Además, se coloca banda impresa junto a banda de impresa, el cabezal impresor se desplaza pues una anchura de cabezal impresor en dirección Y tras cada banda. Las bandas de impresión pueden llevarse entonces bien sea siempre desde el mismo lado (impresión unidireccional) o alternativamente (impresión bidireccional, véase la figura), según dónde estuviese el cabezal impresor la última vez.

Normalmente, la impresión unidireccional proporciona caras iniciales impresas más exactas, y con ello esquinas más nítidas, que la impresión bidireccional, ya que el retardo de las gotas en vuelo siempre actúa del mismo modo. En la impresión bidireccional, puede tenerse en cuenta la diferencia de tiempo del vuelo de las gotas mediante un factor corrector por cada segunda banda.

50 La impresión bidireccional es la variante más rápida de la impresión, ya que en ese caso se evitan los viajes en vacío.

El número de bandas impresas necesarias resulta como valor numérico entero de la relación entre la anchura B de campo de construcción y la anchura  $S_b$  de la banda.

Después de que el cabezal 20 impresor haya impreso la última banda (instante  $t_3$ ), se sobrepasa hasta que llegue a la posición de llenado (véase figura 1e)) en el mecanismo de aplicación de polvo montado en la parte trasera del eje 21 del cabezal impresor. Finalmente, se desciende la plataforma 10 en la cuantía de un espesor de estrato (instante  $t_4$ ). El proceso puede volver a comenzar.

- 5 Para que fallos de las toberas (= toberas averiadas u obstruidas) no se reproduzcan como planos de separación en la pieza construida, se varía ligeramente la primera banda en la posición de la dirección de la estratificadora.

En la figura 1, no se han representado las unidades adicionales para el mantenimiento del cabezal 20 impresor como, por ejemplo, la estación de limpieza y la estación de coronación así como el mecanismo de llenado para la estratificadora 30 o también, por ejemplo, un sensor de nivel del cabezal impresor.

- 10 No se tienen en cuenta tiempos muertos como, por ejemplo, la limpieza del cabezal impresor o el relleno del cabezal impresor, el tiempo  $T1$  por estrato procesado resulta en la impresión bidireccional como:

$$T1 = Tr1 \text{ (tiempo de estratificado)} + Trn1 \text{ (relleno del estratificador)} + n \times Ts1 \text{ (tiempo de impresión por banda)} + Tv1 \text{ (tiempo de desplazamiento)} + Ta \text{ (descenso)}$$

Se ha representado eso en un diagrama en la figura 2.

- 15 En otra forma de realización adicional según la figura 3, se desplazan el eje 21 del cabezal impresor y la estratificadora 30 en unidades de proceso separadas con los respectivos ejes 22, 23 y 32, 33. Eso tiene la ventaja de que no se producen tiempos muertos para el cabezal 20 impresor, ya que, por ejemplo, la limpieza del cabezal impresor puede discurrir durante el proceso de estratificación o no se originan tiempos muertos para la estratificadora, ya que, por ejemplo, el relleno puede tener lugar durante la impresión.

- 20 El tiempo  $T2$  por estrato se puede calcular entonces tal como sigue:

$$T2 = T12 \text{ (viaje en vacío de la estratificadora)} + Tr2 \text{ (tiempo de estratificado)} + n \times Ts2 \text{ (tiempo de impresión por banda)} + Tv2 \text{ (tiempo de desplazamiento)} + Ta \text{ (descenso)}$$

Se ha representado eso gráficamente en la figura 4.

- 25 En el caso ideal, incluso se puede "ocultar" con esta variante una parte del ciclo de impresión en el proceso de estratificado y, con ello, ahorrar tiempo de proceso. Cuando el tiempo total de impresión es menor que el tiempo de estratificado, resulta el tiempo de estratificado acortado a  $T21 = Tr2 + Trn2 + T12 + Ta$ , lo que se representado en la figura 5.

- 30 En el caso de los ejes 22, 23, 32, 33 de procesado de las unidades de desplazamiento también se acreditan frecuentemente combinaciones de diferentes formas de realización. Así, pues, los movimientos rápidos de impresión, en los que se requiere una velocidad lo más constante posible y una marcha suave, se realizan sobre todo con ejes, que son accionados mediante correas dentadas. Como motor se utilizan servoaccionamientos múltiples, que son embridados por medio de un reductor intercalado en el disco de la correa dentada. Para que se correlacionen los impulsos de disparo para las distintas toberas con las posiciones en el campo de construcción, se valora normalmente un codificador lineal en el eje durante el movimiento de impresión.

- 35 Para el movimiento de posición preciso, al desplazar el cabezal impresor en la cuantía de una anchura  $S_b$  de banda, se han revelado como apropiados ejes lineales con husillos a bolas. Es suficiente además la exactitud repetitiva de los husillos para mover a la posición deseada con suficiente exactitud con un servoaccionamiento embridado y su codificador rotatorio integrado. Actúa desventajosamente con esos ejes la máxima velocidad de desplazamiento limitada por los husillos. Porque, por ejemplo, con un movimiento de retorno rápido, el eje limita la posible velocidad.

- 40 Las estratificadoras puede ser movidas tanto por ejes de correas dentadas como también por accionamiento de husillos, ya que las posibles velocidades de estratificado son por lo general muy bajas. Por supuesto, también pueden ser necesarios en este caso viajes de retorno, que deben llevarse a cabo lo más rápidamente posible.

Además de los accionamientos descritos, pueden imaginarse también otras variantes como, por ejemplo, accionamientos lineales o motores paso a paso en vez de los servomotores.

- 45 En los ejemplos mencionados arriba, se aplican habitualmente cabezales impresores, cuya anchura de impresión, y la anchura  $S_b$  de banda posible con ella, es claramente menor que la anchura del campo de construcción. Esta relación se basa sobre todo en el gasto elevado y los elevados costes unidos al mismo, que se incrementa aproximadamente linealmente con el número de toberas a mayor número de toberas.

- 50 Expresados en cifras concretas, son necesarias 1.181 toberas con una resolución ( $84 \mu\text{m}$ ) deseada de 300 dpi para una anchura de banda de impresión de 100 mm.

Aunque en tiempos recientes, se han reducido claramente los costes por tobera de manera que también se presentan económicamente mayores anchuras de impresión.

No obstante, se intentó configurar siempre cada vez más económicamente el curso del proceso y configurar con más sencillez el dispositivo a imprimir en 3D y, al mismo tiempo, conseguir siempre elevadas velocidades de construcción y con ello la economía adecuada.

5 Se propuso entonces una variante representada en la figura 6. En dicha forma de realización mostrada, el cabezal 20 impresor presenta una anchura de impresión que es algo mayor que la anchura B del campo 10 de construcción. El cabezal impresor está fijado en una unidad 30 estratificadora y se mueve similarmente a ésta, como en el dispositivo representado en la figura 1, juntamente con dicha unidad 30 estratificadora sobre el campo 10 de construcción.

10 El proceso de estratificado comienza en la variante mostrada en la figura 6 con el estratificado del campo 10 de construcción sobre el lado L largo. Seguidamente, se rellena la estratificadora 30. Luego se mueve el eje 21 del cabezal impresor a posición de impresión e imprime el campo de construcción 10 en una pasada.

15 Después de que el cabezal 20 impresor haya barrido el campo 10 constructivo, se desplaza un pequeño paso en la dirección de la dimensión B corta del campo de construcción para que, al imprimir el siguiente estrato, no se superpongan, dado el caso, fallos incidentes de toberas. Ese movimiento de desplazamiento del cabezal 20 impresor debería tener lugar por lo menos en la cuantía de un anchura de tobera, aún mejor es cuando el cabezal 20 impresor pueda ser desplazado variablemente en la cuantía de varios pasos de partición. Luego es posible avanzar el cabezal 20 impresor de modo distinto en estratos de impresión subsiguientes, con lo cual se puede prevenir aun mejor los planos de separación y fallos de las toberas. El movimiento de avance del cabezal 20 impresor puede llevarse a cabo en la forma de realización mostrada sobre los ejes de husillos ya descritos más arriba, igualmente pueden imaginarse también piezoaccionamientos debido a los reducidos caminos. Luego, se desciende el campo de construcción en la cuantía de un espesor de estrato y se reanuda el proceso de estratificado.

El tiempo de construcción en un proceso de ese tipo resulta de:

$$T3 = Tr3 + Trn3 + Ts3 + Tv3 + Ta$$

Una representación gráfica de ello se encuentra en la figura 7.

25 Evidentemente en el tiempo de construcción no se han tenido en cuenta, por ejemplo, tiempos para la limpieza del cabezal impresor, aunque se confecciona en esta forma de realización relativamente desventajosa, ya que el aparato de movimiento sólo permite un barrido de todas las toberas, por ejemplo, mediante una falda de goma en la dirección de la dimensión L larga del campo de construcción (dirección X). Eso significa que tal falda de goma debería ser de la anchura del campo de construcción, lo que es difícilmente representable debido a la exactitud de los bordes de la falda de goma. Resulta más sencillo integrar en un dispositivo semejante un eje adicional, que avance la falda de limpieza bajo las toberas en dirección Y y barra con ello todas las toberas. Dicha falda puede entonces resultar claramente más estrecha, en cualquier caso adolece del inconveniente de que el dispositivo presenta un eje adicional.

35 Para aumentar más la velocidad del proceso de conformación, se conoce que se agregue otra unidad estratificadora más a la unidad descrita arriba en relación con la figura 6, de modo que el procesado completo de un estrato sea posible respectivamente en una pasada y sea innecesario un movimiento de retroceso de la unidad estratificadora.

Una forma de realización semejante se muestra en la figura 8. El dispositivo sólo presenta dos ejes 21a y 21b así como dos estratificadoras 30a y 30b. Eso tiene la ventaja de que el cabezal 20 impresor se acciona en cada pasada y no como en la variante 3 que marcha pasivamente al estratificar.

40 Las dos estratificadoras 30a y 30b se encuentran a ambos lados del cabezal 20 impresor y se accionan alternativamente según el sentido de avance.

El tiempo de conformación resulta entonces en esta configuración para:

$$T4 = Tr4 + Trn4 + Tv4 + Ta$$

Eso se ha representado gráficamente de nuevo en la figura 9.

45 Finalmente, el tiempo de conformación se compone tan sólo de tiempos de estratificado y, con ello, es otra vez más corto que en los otros métodos descritos hasta ahora.

50 El camino de avance de la unidad-estratificadora-impresora se incrementa algo evidentemente respecto de la variante descrita en relación con la figura 6, ya que al barrer en una dirección no sólo se ha de mover el cabezal impresor afuera del campo de construcción, sino que también la segunda estratificadora 30a o bien 30b inactiva momentáneamente debe ser llevada de nuevo a la posición de inicio.

En esta variante actúa desventajosamente el doble gasto para las estratificadoras 30a y 30b junto con la necesidad de un segundo suministro de polvo. Además, se dificulta claramente la accesibilidad del cabezal 20 impresor entre las dos estratificadoras 30a, 30b montadas.

En el dispositivo mostrado en la figura 8, se imprime durante el estratificado, estando montadas la impresora 20 y la estratificadora 30a, 30b en una unidad. Además, pueden ejercerse oscilaciones de la estratificadora 30a, 30b sobre el cabezal 20 impresor y dar lugar a un empeoramiento de la imagen impresa.

5 Además, debe elevarse en cada caso la estratificadora 30a o bien 30b precisamente pasiva para no estar en contacto con el estrato actual y perjudicar así la imagen impresa acabada de aplicar. Para ello, es necesaria una unidad de movimiento vertical rígida y fiable en ambas estratificadoras 30a 30b.

10 No en último lugar aparece aquí, como en la variante mostrada en la figura 6, la dificultad de facilitar una limpieza del cabezal impresor. En la variante mostrada en la figura 8, actúa además haciéndolo más difícil que siempre deba cruzar una estratificadora 30a, 30b por encima de la limpieza del cabezal impresor, antes de que el cabezal 20 impresor llegue a la posición de limpieza. Además puede caer material en partículas sobre la unidad de limpieza y ensuciarla.

Partiendo de aquí es por ello misión de la presente invención facilitar un método rápido y al mismo tiempo sencillo y económico y respectivamente un dispositivo sencillo y económico.

Esa misión se cumple mediante un método según la reivindicación 1 y un dispositivo según la reivindicación 5.

15 Según la presente invención, es con un método según la reivindicación 1 para elaborar maquetas tridimensionales mediante la técnica de aplicación de estratos, en la que se aplica material constructivo fluido sobre un campo de construcción y seguidamente se aplica selectivamente material aglutinante sobre el material constructivo por medio de una impresora.

20 Además la misión se cumple por medio de un dispositivo para elaborar maquetas tridimensionales mediante la técnica de aplicación de estratos, previéndose medios para aplicar material fluido sobre un campo de construcción y por lo menos un cabezal impresor para la aplicación selectiva de material aglutinante sobre el material constructivo, en el que una anchura de impresión del cabezal impresor corresponde aproximadamente a la mitad de la longitud del campo de construcción.

25 Utilizando un cabezal impresor, que corresponde aproximadamente a la mitad de la longitud del campo de construcción, se puede conseguir un dispositivo sencillo y económico.

Más configuraciones ventajosas se obtienen a partir de las reivindicaciones subordinadas y de los ejemplos de realización descritos a continuación.

30 Según la invención, se realiza el método de tal modo que las partes primera y segunda del campo de construcción tengan sensiblemente la mitad de la longitud del campo de construcción. En una configuración semejante del método según la invención, el cabezal impresor puede presentar una anchura de impresión lo más reducida posible con una velocidad de construcción muy elevada.

Buenos resultados pudieron conseguirse también cuando en un método según la invención el campo de construcción presenta sensiblemente una forma rectangular y la impresora se mueve por un lado corto de la plataforma del campo de construcción.

35 También es posible adicionalmente ahorrar tiempo con un método según la invención cuando la impresora se mueve para imprimir la primera parte en una dirección y en otra dirección para la impresión de la segunda parte.

Por otra parte, también puede resultar ventajoso si una estratificadora se desplaza sobre el campo de construcción para aplicar el material constructivo fluido sobre el campo de construcción por lo menos parcialmente al mismo tiempo con la impresora.

40 En un dispositivo según la presente invención, puede preverse, según una forma de realización preferida, una estación de limpieza para el cabezal impresor en una posición de inversión del cabezal impresor. Una configuración semejante tendría la ventaja de que el cabezal impresor podría limpiarse con sencillez en una posición de inversión.

45 Por otra parte sería además imaginable que, en otra posición de inversión del cabezal impresor, se previese un mecanismo de llenado para la estratificadora. Una configuración semejante sería por ello ventajosa, ya que se obtiene una estructura sencilla y una buena accesibilidad para el operador tanto para la estación de limpieza como también para el mecanismo de llenado.

Para una explicación más clara, se describe a continuación más detalladamente la invención a base de ejemplos de realización preferidos en relación con el dibujo.

En el dibujo se muestra:

50 Figura 1 un método conocido a partir del estado actual de la técnica;

Figura 2 una representación gráfica de los tiempos de estratificado según el método de la figura 1;

- Figura 3 un método adicional conocido en el estado actual de la técnica;
- Figura 4 una representación gráfica de los tiempos de estratificado según un método de la figura 3;
- Figura 5 una representación gráfica más de los tiempos de estratificado según otro método de la figura 3;
- Figura 6 un método adicional conocido a partir del estado actual de la técnica;
- 5 Figura 7 una representación gráfica de los tiempos de estratificado según el método de la figura 6;
- Figura 8 un método adicional más conocido a partir del estado actual de la técnica;
- Figura 9 una representación gráfica de los tiempos de estratificado según el método de la figura 8;
- Figura 10 una forma de realización preferida de un método según la presente invención;
- Figura 11 una representación gráfica de los tiempos de estratificado según un método de la figura 10;
- 10 Figura 12 una representación gráfica de los tiempos de estratificado según otro método más de la figura 10;
- Figura 13 una estación de limpieza para un dispositivo para llevar a cabo un método según la invención;
- Figura 14 una placa de toberas de un cabezal impresor vista en planta desde arriba; y
- Figura 15 un detalle ampliado de la placa de toberas de la figura 14.

15 En relación con la figura 10, se describe una forma de realización preferida de la presente invención. En la forma de realización representada, se instala un cabezal 20 impresor con una anchura algo mayor que la mitad de la longitud L del campo de construcción.

20 El cabezal 20 impresor y la estratificadora 30 se desplazan separadamente de forma similar a la de la variante descrita en relación con la figura 3 sobre el campo de construcción. Al contrario que en la variante descrita en relación con la figura 3, según la forma de realización de la invención preferida mostrada el movimiento de impresión tiene lugar sin embargo en la dirección del lado corto del campo de construcción en la dirección de la anchura B del campo de construcción.

25 En el método preferido mostrado, se comienza con una pasada de estratificación sobre el campo 10 de construcción para depositar una capa de polvo. Eso se ha representado en las figuras 10a) y 10b). Seguidamente a ello, mientras la estratificadora 30 se rellena, se mueve el cabezal 20 impresor primero sobre una primera mitad del campo 10 de construcción, para imprimirlo (figura 10c)). Luego se desplaza el cabezal 20 impresor en una cuantía igual a la anchura de impresión y comienza su segundo proceso de impresión sobre la segunda mitad del campo 10 de construcción (figuras 10d) y 10e)). La estratificadora 30 corre luego tras el cabezal 20 impresor para llegar nuevamente a la posición de partida. Finalmente, se desciende el campo 10 de construcción en una cuantía igual al espesor del estrato y el proceso puede comenzar de nuevo.

30 En un método de este tipo según la presente invención resulta entonces el tiempo de estratificación para:

$$T5 = Tr5 + Trn5 + TI5 + Tv5 + Ta, \text{ lo que también se ha representado gráficamente en la figura 11.}$$

35 Si, en un método mostrado según la invención de acuerdo con una forma de realización preferida, el tiempo  $Tr5$  de estratificación dura lo mismo o más que el tiempo  $Ts5$  de impresión, entonces se puede optimizar aún más el curso del método. Eso puede llevarse a cabo además de tal modo que la primera de las dos pasadas de impresión comience cuando la estratificadora 30 se encuentre aún sobre el campo 10 de construcción. El tiempo de marcha en vacío de la estratificadora 30 puede adecuarse entonces de modo que el tiempo de estratificado se acorte tal como sigue:

$$T51 = Tr5 + Tv5 + Ts5 + Tv5 + Ta, \text{ lo que también se ha representado gráficamente en la figura 12.}$$

40 El método mostrado según la invención presenta en comparación con el estado actual de la técnica, descrito en la figura 6 y en la figura 8, las ventajas de que resulta un montaje de ejes sensiblemente igual al que resulta en las variantes relacionadas con las figuras 1 y 3.

Puede ser ventajoso además que para el eje 21 del cabezal impresor se utilice un eje de husillo más preciso de posicionar.

45 La posición de inicio de la impresión del cabezal 20 impresor sobre el campo de construcción debe variar ligeramente por conveniencia por estrato en la dirección de la longitud del campo de construcción dentro de una anchura de variación para evitar una superposición de eventuales fallos de toberas y, con ello, evitar planos de separación en la maqueta. Para ello, la anchura  $Sb$  de impresión debe ser mayor por lo menos en la anchura de variación del punto de partida que la mitad de la longitud L del campo de construcción.

La anchura de variación debería ser de una magnitud de varias separaciones entre toberas para ser eficaz. En una anchura  $S_b$  de impresión de 400 mm, puede ser la anchura de variación, por ejemplo, de 20 mm. Por conveniencia, el desplazamiento de la posición de inicio de la impresión elegida respectivamente por estrato debería ser un múltiplo impar de la separación de toberas en la dirección de impresión.

- 5 Por otra parte, puede establecerse ventajosamente un sistema de escala para la detección de posición en uno de los ejes 22 o 23 para accionar los impulsos de disparo para el cabezal impresor en la posición actual sobre el campo 10 de construcción. Con tales modificaciones puede rehacerse sencillamente una estructura como en las variantes descritas en relación con las figuras 1 y 3 para llegar a un método descrito según la invención.

- 10 Una limpieza del cabezal impresor puede utilizarse en un dispositivo, que se emplea para llevar a cabo un método, por ejemplo, con una falda de goma estacionaria, ya que el aparato permite una posibilidad de movimiento del cabezal de impresión en la dirección de la longitud  $L$  del campo de construcción sobre toda la anchura de impresión.

La accesibilidad a la estratificadora 30 y al cabezal 20 impresor son además muy buenas.

Según una forma de realización preferida de la invención, el campo de construcción presenta una forma rectangular y la impresora se mueve según el lado corto del campo de construcción.

- 15 Para describir otra vez con más precisión la mejora de una forma de realización semejante mediante la invención en comparación con el estado actual de la técnica, se comparan a continuación los tiempos de procesado según el método, descrito en relación con la figura 12, con la variante descrita en relación con la figura 8 del estado actual de la técnica.

- 20 Si se supone para ello que los tiempos para desplazar el cabezal impresor, el rellenado de la estratificadora y el descenso del estrato son sensiblemente menores en comparación con el tiempo de estratificado y de imprimir, pueden despreciarse.

Los tiempos de estratificado se expresan como sigue:

$$T_{51} = Tr_5 + Ts_5$$

$$T_4 = Tr_4$$

- 25 Con iguales velocidades de estratificado, iguales dimensiones de campo de construcción y despreciando los reducidos tiempos de aceleración, puede hallarse la siguiente relación:

$$Tr_4 = L / B \times Tr_5$$

Además, vale que el tiempo de estratificado es más largo que el tiempo de impresión en un factor constante para un tramo pasado igual:

- 30 
$$Tr_5 = c \times Ts_5$$

En estas condiciones, se puede hallar una regla, para los tiempos de estratificado más cortos que permite la variante según la figura 12 que la variante descrita en relación con la figura 8:

$$T_{51} < T_4$$

$$Tr_5 + Ts_5 < T_4$$

- 35 
$$Tr_5 + Tr_5/c < L/B \times Tr_5$$

$$(1 + 1/c) \times B < L$$

La fórmula puede comprobarse con sencillos ejemplos numéricos. Si la velocidad de estratificado es igual que la velocidad de impresión, vale:  $c = 1$ .

- 40 En este caso debería ser la longitud  $L$  del campo de construcción mayor que el doble de la anchura  $B$ , para que la variante según la figura 12 sea más rápida respecto de la variante de la figura 8.

En una relación de velocidades habitual de 1:2, vale:  $c = 2$ .

Entonces la longitud del campo de construcción debe ser tan sólo 1,5 veces mayor la anchura del campo de construcción, para que la variante según la figura 12 sea más rápida con respecto a la variante según la figura 8.

- 45 En una forma de realización semejante, es entonces posible conseguir una estructura de maqueta más rápida con una estructura más sencilla del dispositivo.

Una ventaja adicional de la invención es un menor desgaste mecánico en los ejes de impresión y accionamientos con respecto, por ejemplo, a la forma de realización según la figura 1 debido a un recorrido de impresión claramente menor por estrato y menor número de ciclos de aceleración.

5 A continuación deben describirse aún algo más exactamente los cabezales de impresión On demand (a petición) utilizados según la forma de realización preferida descrita. Disponen éstos de toberas abiertas que, en caso de que no se utilicen distintas toberas durante un determinado espacio de tiempo, pueden secarse u obturarse de otro modo. Tales fallos de las toberas dan lugar a por lo menos a fallos de configuración en la pieza construida ulterior o bien pueden destrozarse completamente por acumulación respectiva. Es necesario por ello, limpiar el cabezal de impresión a determinadas intervalos y velar así por que toberas eventualmente obstruidas vuelvan a destaparse.

10 Para ello se aprovechan diversas etapas del método, que se conocen a partir de la impresión en 2D. El método más sencillo es aplicar una sobrepresión, en vez de la depresión, que queda en el depósito de aglutinante y que vela por que en estado parado no salga aglomerante alguno por las toberas.

15 Esa presión vela por que el aglomerante gotee de las toberas y arrastre con él material desecado u otras impurezas. El cabezal impresor debería estar para ese proceso sobre una pileta colectora, ya que gotean cantidades relativamente grandes de aglutinante. En ese proceso quedan adheridas por lo general gotas de aglutinante en la placa de toberas, que perjudican otra vez el funcionamiento normal de la impresión. Es necesario por ello desprender dichas gotas, por ejemplo, mediante una falda de goma, que roza sobre la placa de toberas, o una esponja. Si se utiliza una esponja, se propone embeberla con un disolvente para eliminar otras impurezas adicionales de la placa de toberas. Para asegurar que, tras la retirada con la esponja, no se encuentre disolvente en la placa de toberas, se opera brevemente el cabezal impresor con todas las toberas. Los últimos residuos de disolvente se eliminan así de las toberas. Tras ese procedimiento el cabezal impresor vuelve a estar operativo.

20 Para la calidad de la impresión sería ventajosa una limpieza lo más frecuente posible (por ejemplo, por cada estrato). Evidentemente, la limpieza cuesta tiempo de procesado, aglutinante y eventualmente disolvente. Por esas razones debería limpiarse lo menos posible. Se ha revelado que un proceso de limpieza debería llevarse a cabo cada 5 a 50 estratos.

25 De modo más adecuado la estación de limpieza se estructura de modo que todas las etapas de proceso puedan discurrir consecutivamente y el movimiento relativo entre cabezal impresor y falda de goma y/o esponja sea llevado a cabo sólo por el eje de desplazamiento del cabezal impresor. Por razones de ahorro de espacio, la estación de limpieza debería emplazarse lo más cerca posible del campo de construcción para evitar pasadas en vacío innecesarias del cabezal impresor. En el mejor caso, la estación de limpieza queda en una zona, que deba barrer el cabezal impresor, por ejemplo, debido al desplazamiento de bandas en cada estrato. Es decir, el cabezal impresor no realiza movimientos adicionales que cuesten tiempo.

30 La figura 13a) muestra a modo de ejemplo, en vista en planta desde arriba, una posición semejante de la estación de limpieza en la zona delantera de la instalación. La estación de limpieza se compone además de una pileta 40, que cubre toda la zona de toberas para recoger el aglutinante funcionando todas las toberas tras la retirada de la placa de toberas. Orientada hacia el centro de la instalación, se encuentra la falda 41 de lavado en la pileta 40. La falda 41 se ha dispuesto de tal modo que las toberas barran la falda 41 durante el movimiento de desplazamiento de las bandas impresas y la falda sea presionada homogéneamente sobre la placa de toberas. Por otro lado, la falda 41 pueda ser ajustada (no representada) fácilmente para el movimiento relativo entre falda 41 y cabezal 20 impresor para dejar abatir el aglutinante de las toberas. Para que la estación de limpieza no perturbe la operación de impresión durante el estratificado, en el que no debe realizarse limpieza, es necesario que la falda 41 no haga contacto entonces con el cabezal 20 impresor. Eso puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante un mecanismo de giro, que descienda la falda 41 durante esas fases en el depósito 40.

35 En la figura 13b se encuentra ahora el cabezal impresor sobre la posición de capping. Tiene lugar entonces la primera etapa de limpieza con lavado a sobrepresión. En la presente forma constructiva, la estación de capping está dotada de una cubeta 50 para recoger el aglutinante goteante del lavado a sobrepresión.

40 Entre las figuras 13b y 13c, el eje 21 del cabezal impresor traslada al cabezal 20 impresor sobre la falda 41 de lavado. Con ello se lavan las gotas de aglutinante residuales e impurezas. El cabezal impresor se encuentra ahora en la zona de operación no interrumpida. Aquí se operan brevemente todas las toberas, el aglutinante gotea a la cubeta 40 de limpieza. El cabezal 20 impresor es limpiado seguidamente y puede emprender (figura 13d) nuevamente la impresión en 3D.

45 Tras el final del proceso, se evita un resecado de las toberas por medio de una llamada estación de capping. Para ello, el cabezal 20 impresor se traslada a la posición de capping (véase figura 13b). Seguidamente se estanqueiza la placa de toberas del cabezal 20 impresor. Eso se lleva a cabo, por ejemplo, mediante una cubeta estanca, que se comprime por los bordes contra la placa de toberas, aunque sin tocar con ello las toberas. Entre el fondo de la cubeta estanca y las toberas hay entonces un pequeño espacio de aire encerrado. Otra posibilidad es la utilización de una esponja, que se encuentra en la cubeta y se mantiene húmeda con disolvente o un medio humidificador especial. La esponja queda en posición de capping en la placa de toberas.

5 En ambas formas de realización, se traslada el cabezal 20 impresor a una posición de reposo sobre la cubeta 50 y se comprime la cubeta estanca contra el cabezal impresor por medio de un mecanismo elevador. En este caso debe cuidarse de que la configuración del mecanismo posibilite un apoyo homogéneo de la junta de estanqueidad en la placa de toberas. En la operación de impresión, la cubeta estanca está por el contrario en una posición retirada. La cubeta estanca está de forma más ventajosa posición retirada cubierta de tal modo que no puedan caer impurezas, por ejemplo, en forma de material en partículas a la cubeta estanca.

Los módulos de impresión adquiribles en el mercado presentan dimensiones menores, que las necesarias para la impresión de un medio campo de construcción. Por ello, los módulos se agrupan para un gran cabezal impresor.

10 La disposición se debe elegir además de modo que las toberas estén en distribución exacta por encima de los distintos módulos. Al mismo tiempo, debe construirse el cabezal impresor lo más pequeño posible para poder mantener pequeña la instalación en conjunto.

15 En la figura 14 puede verse la vista en planta desde arriba sobre la placa 70 de toberas de un cabezal 20 impresor, que está construido de cuatro módulos 71, 72, 73, 74 de impresión. La flecha reproduce la dirección de impresión. Cada uno de los módulos 71, 72, 73, 74 de impresión presenta una zona I, que dispone de una resolución de impresión completa. En el borde izquierdo y en el derecho respectivamente de los módulos 71, 72, 73, 74 de impresión se encuentran luego zonas II, que disponen de una reducida resolución de impresión. Los módulos 71, 72, 73, 74 de impresión se disponen así según la forma de realización mostrada de tal manera que se solapen, por ejemplo, de las zonas II a la derecha del módulo 71 y de la zona II a la izquierda del módulo 72. La distancia entre los dos módulos 71 y 72 se elige además de modo que en la zona de solape alcance nuevamente la resolución total (véase la figura 15). Lo mismo vale para los otros módulos.

20

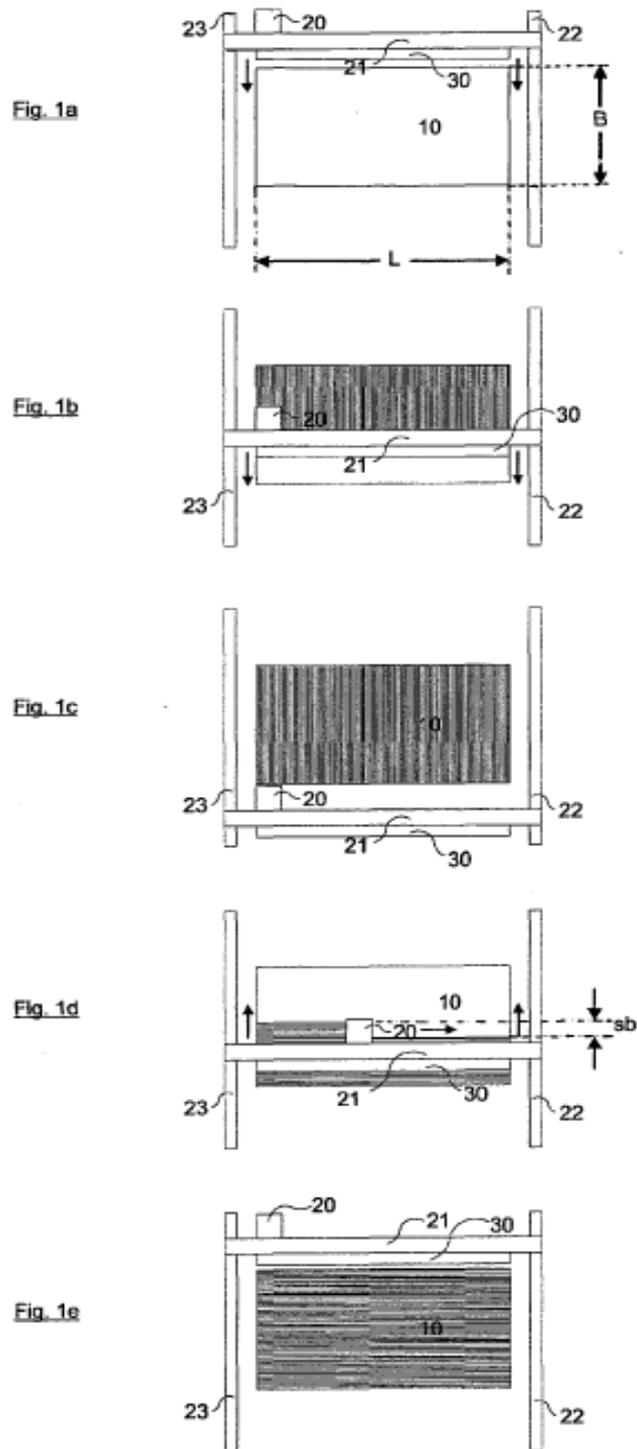
**LISTADO DE SIGNOS DE REFERENCIA**

	10	Campo de construcción
	20	Cabezal impresor
	21, 21a, 21b	Eje del cabezal impresor
5	22	Eje de desplazamiento
	23	Eje de desplazamiento
	30, 30a, 30b	Estratificadora
	32	Eje de desplazamiento
	33	Eje de desplazamiento
10	40	Pileta de limpieza
	41	Falda de lavado
	50	Cubeta
	70	Placa de toberas
	71, 72, 72, 74	Módulos de toberas

15

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Método para elaborar maquetas mediante la técnica de aplicación de estratos, donde se aplica un material constructivo fluido sobre un campo de construcción y seguidamente se aplica selectivamente un aglutinante sobre el material constructivo mediante una impresora, caracterizado por que, tras aplicar el material constructivo fluido en una primera pasada de un cabezal (20) impresor de menor anchura de impresión que la longitud del campo (10) de construcción sobre el campo (10) de construcción, queda impresa básicamente una primera mitad de la longitud del campo (10) de construcción y, en una segunda pasada del cabezal (20) impresor, se desplaza el cabezal (20) impresor y se imprime básicamente una segunda mitad de la longitud del campo (10) de construcción, desplazándose el cabezal (20) impresor una cuantía igual a la anchura (Sb) de impresión y se imprime la segunda mitad de la longitud del campo (10) de construcción.
- 2.- Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el campo (10) de construcción presenta una forma sensiblemente rectangular y el cabezal (20) impresor es desplazado sobre un lado corto de la plataforma del campo de construcción al imprimir en el campo (10) de construcción.
- 3.- Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el cabezal (20) impresor es desplazado en una dirección para imprimir la primera mitad y es desplazado en otra dirección para imprimir la segunda mitad.
- 4.- Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que una estratificadora (30) es desplazada sobre el campo (10) de construcción para aplicar material constructivo fluido sobre el campo (10) de construcción por lo menos parcialmente al mismo tiempo que el cabezal (20) impresor.
- 5.- Dispositivo para elaborar maquetas tridimensionales mediante la técnica de aplicación de estratos según la reivindicación 1, habiéndose previsto medios para aplicar material constructivo fluido sobre un campo (10) de construcción y un cabezal (20) impresor para la aplicación selectiva de material aglutinante sobre el material constructivo, donde una anchura (Sb) de impresión del cabezal (20) impresor corresponde a aproximadamente a la longitud media del campo de construcción.
- 6.- Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por que el campo (10) de construcción presenta una forma sensiblemente rectangular y el cabezal (20) impresor se ha dispuesto de tal modo que sea desplazado sobre un lado corto de la plataforma del campo de construcción.
- 7.- Dispositivo según la reivindicación 5 o 6, caracterizado por que se ha previsto una estación de limpieza para el cabezal (20) impresor en una posición de inversión del cabezal (20) impresor.
- 8.- Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado por que en otra posición de inversión del cabezal (20) de inversión se ha previsto un mecanismo de llenado para la estratificadora (30).



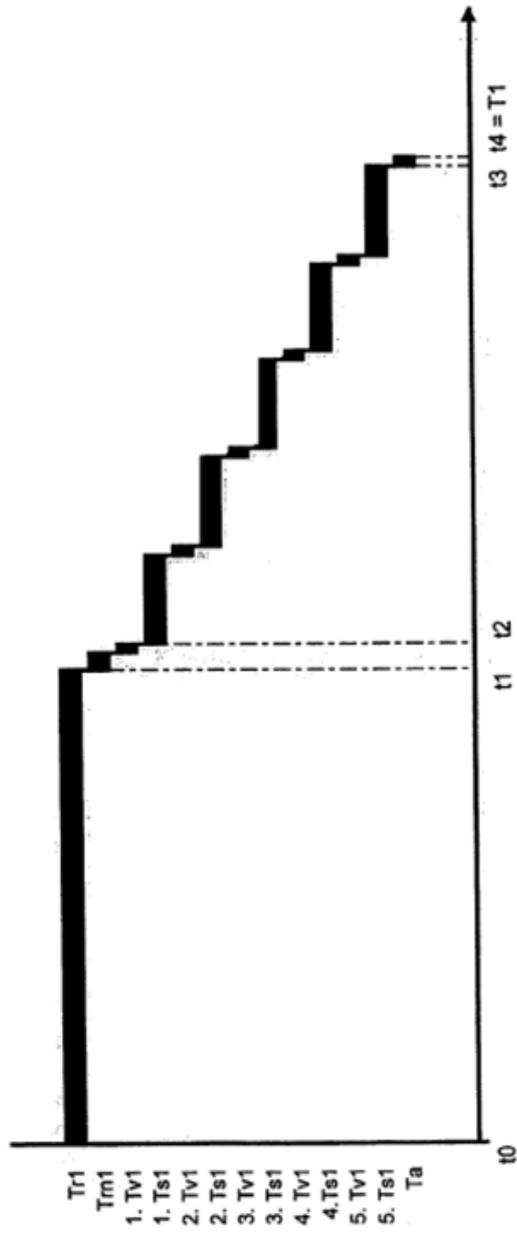
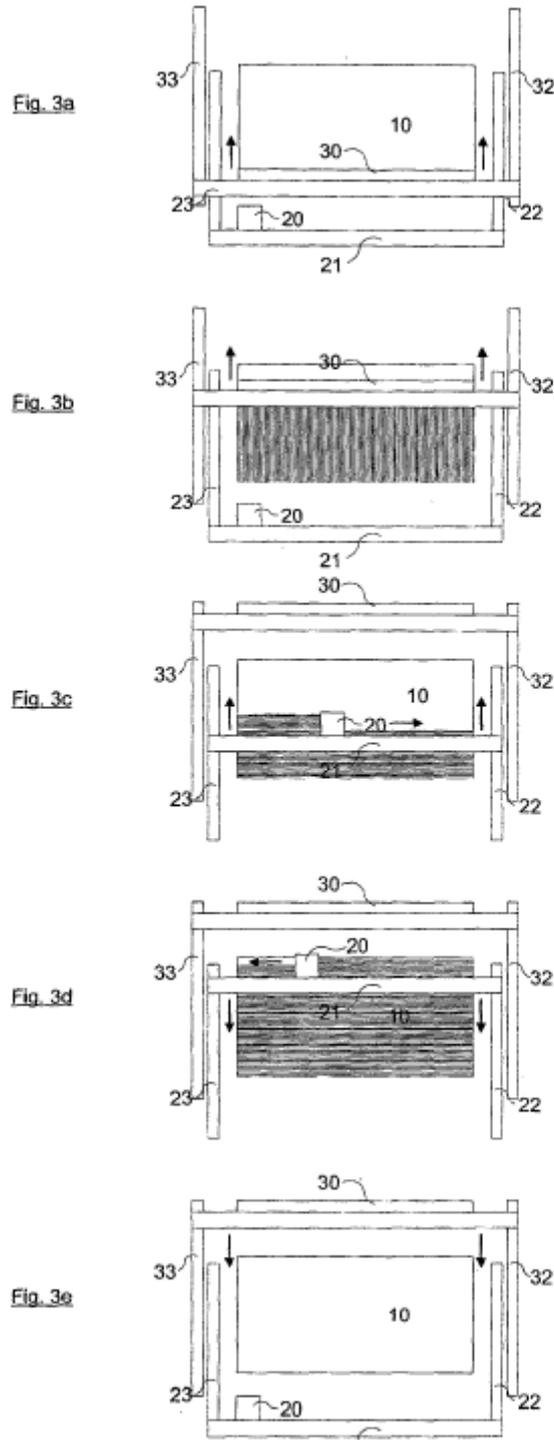


Figura 2



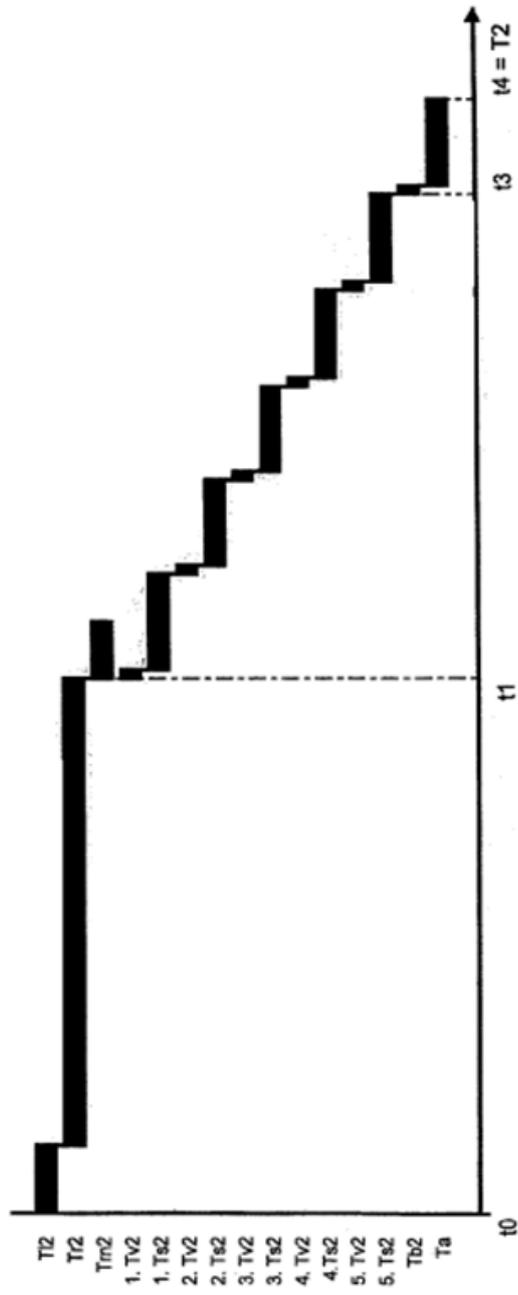


Figura 4

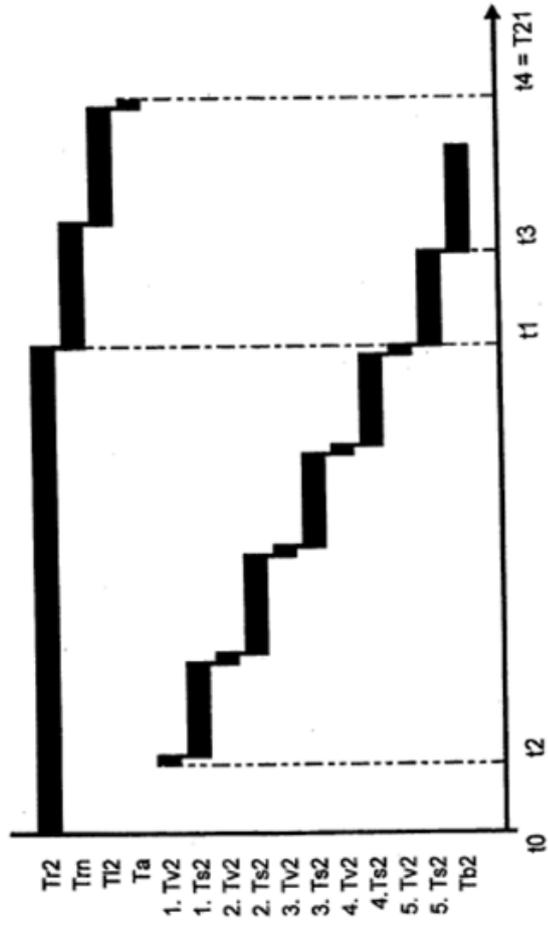


Figura 5

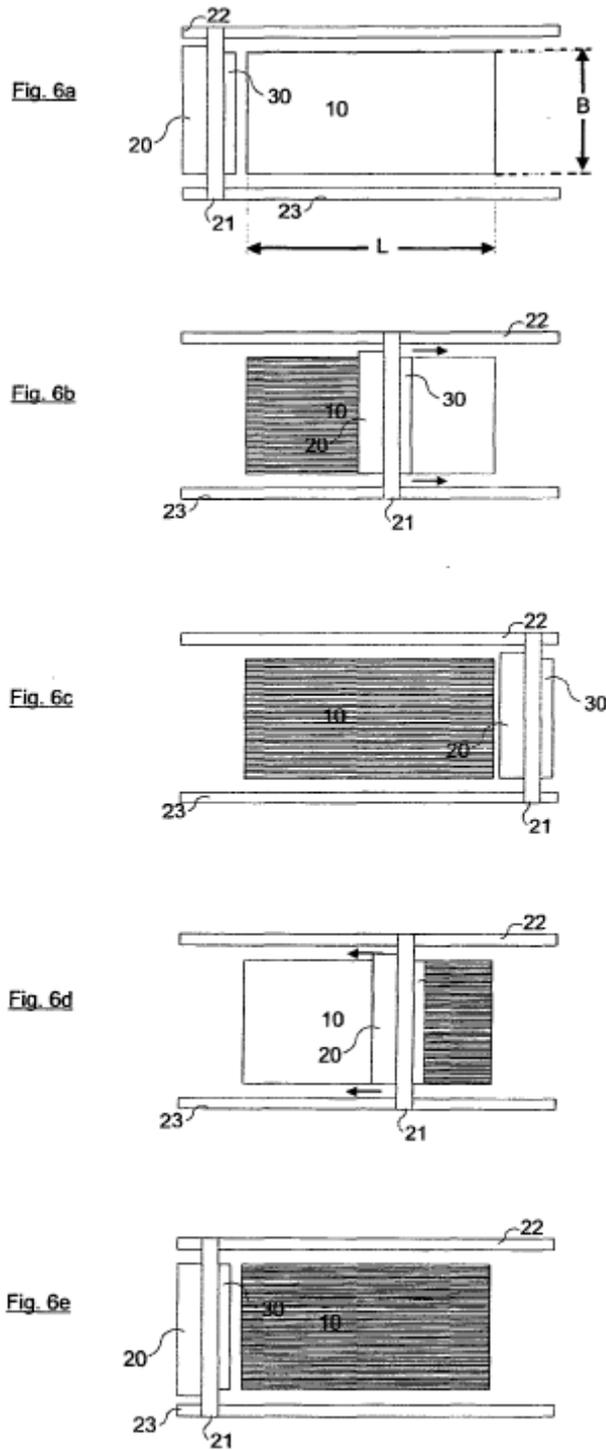


Figura 6

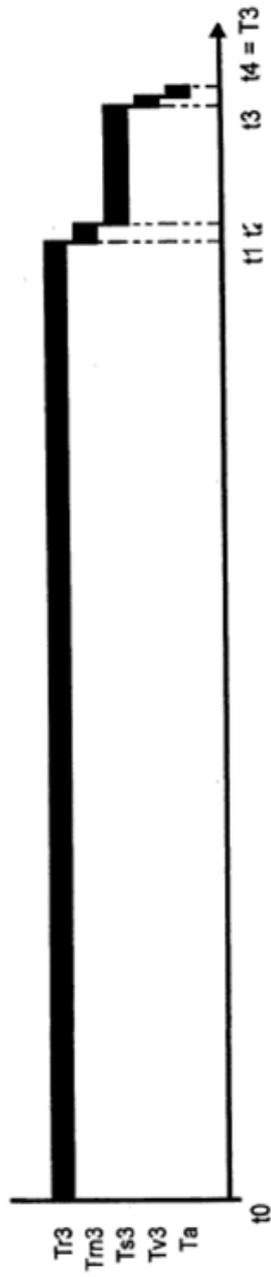


Figura 7

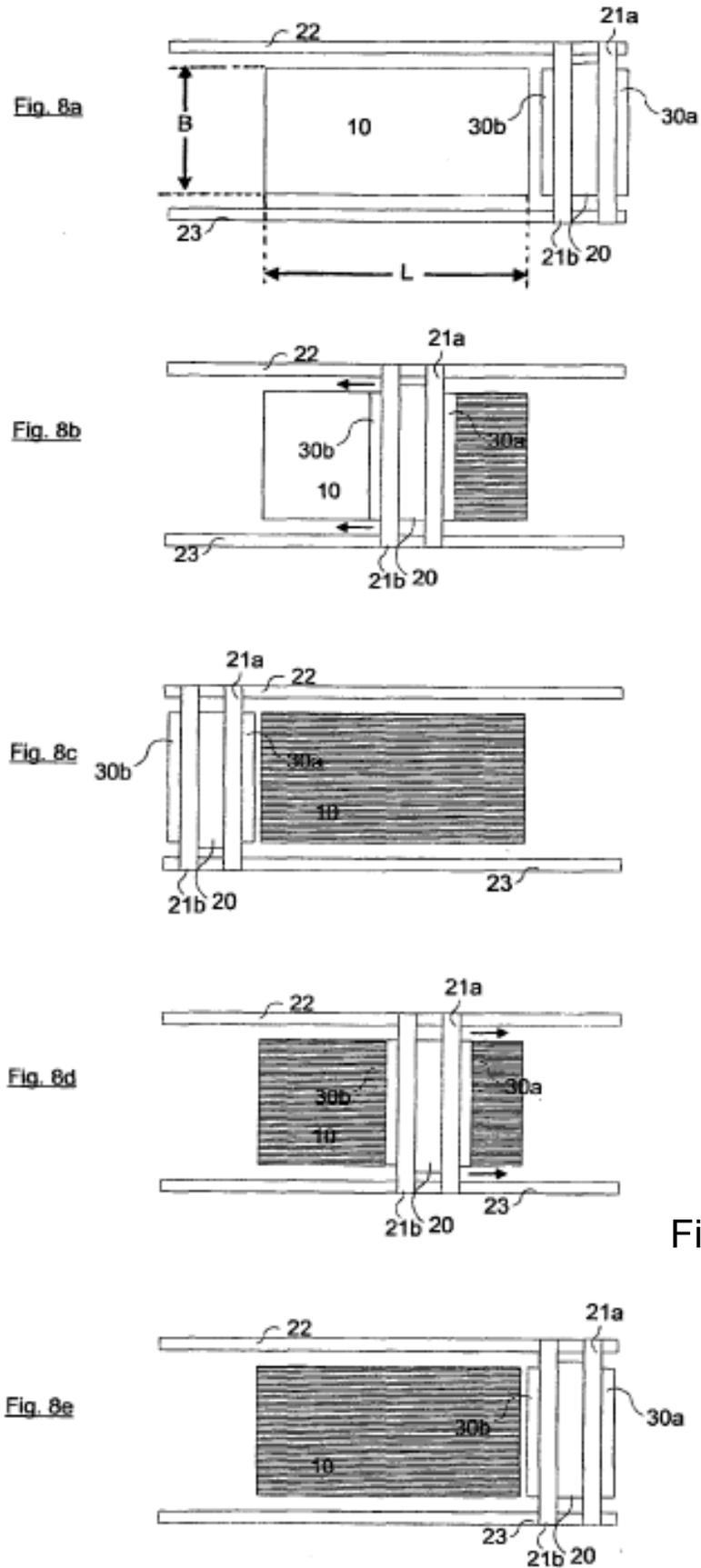


Figura 8

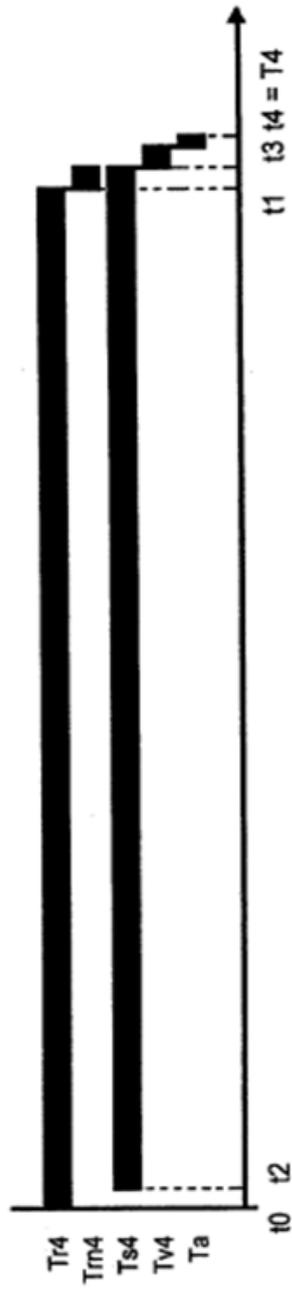


Figura 9

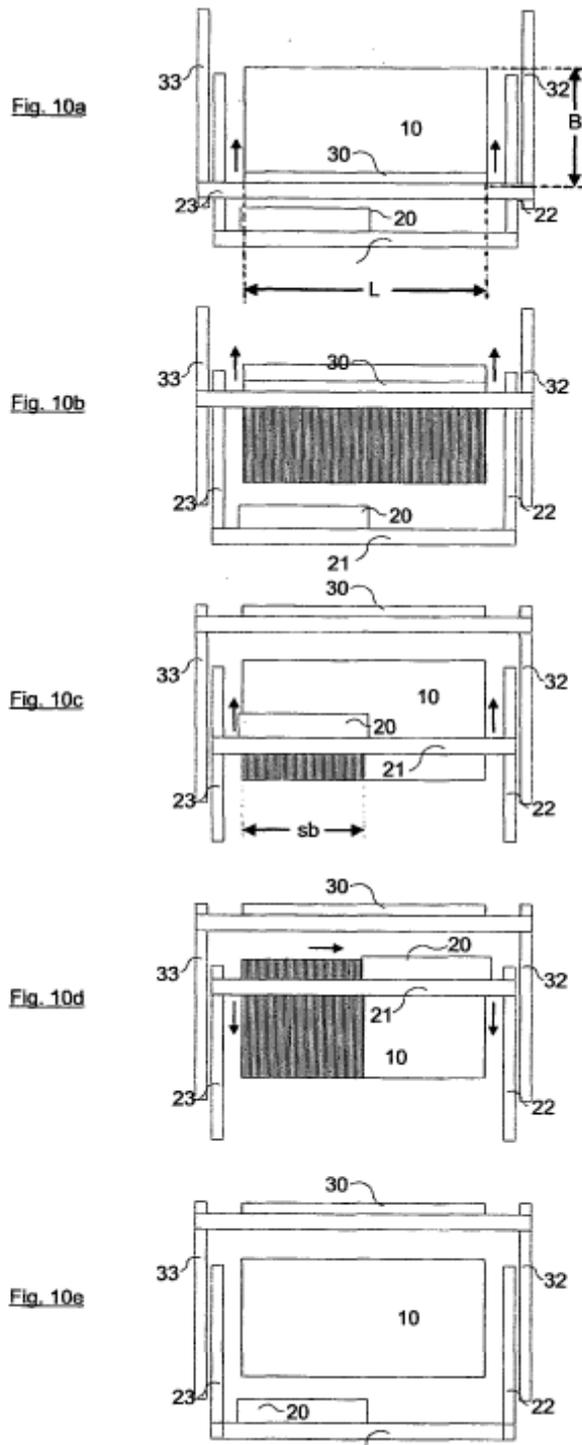


Figura 10

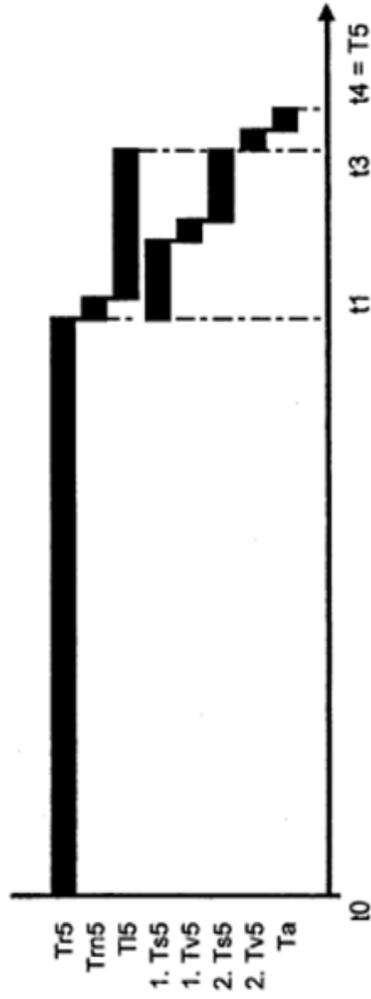


Figura 11

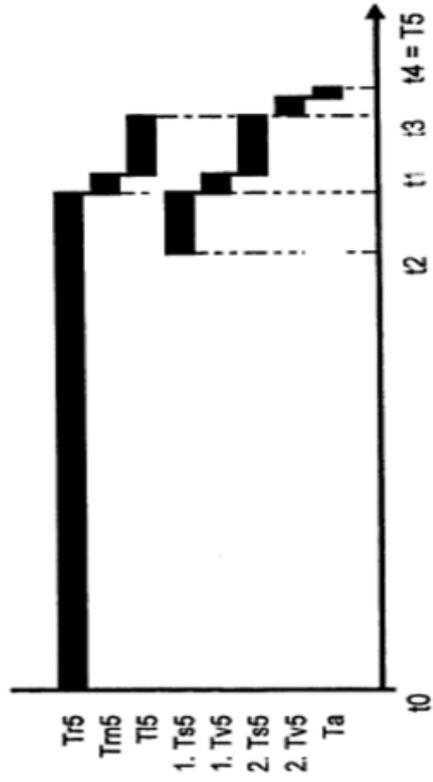


Figura 12

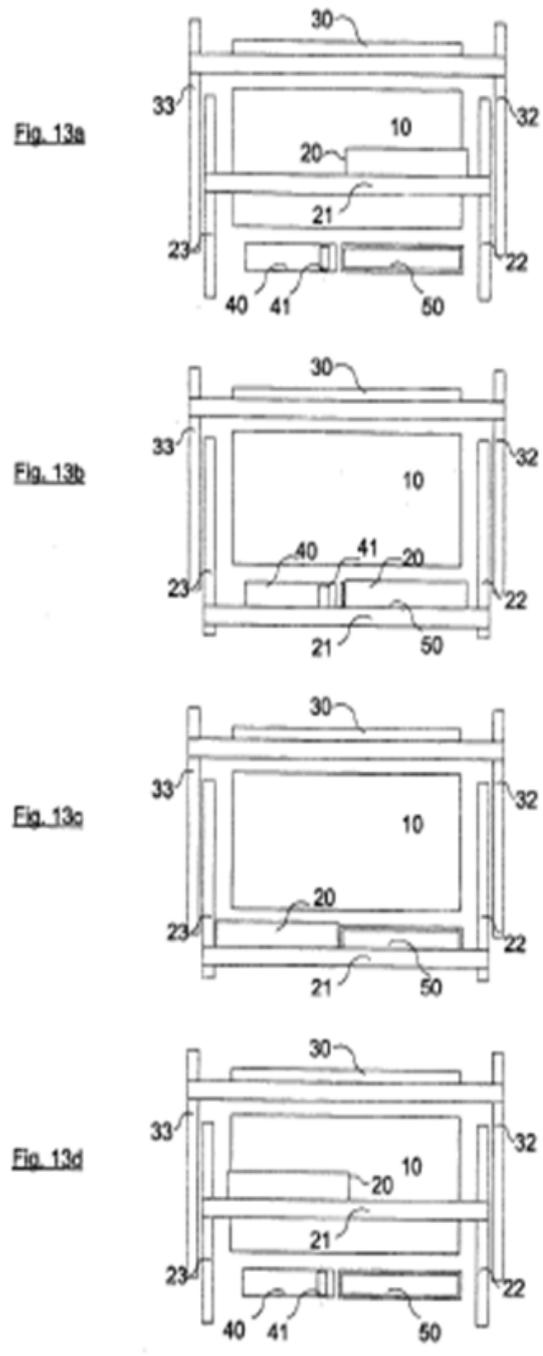


Figura 13

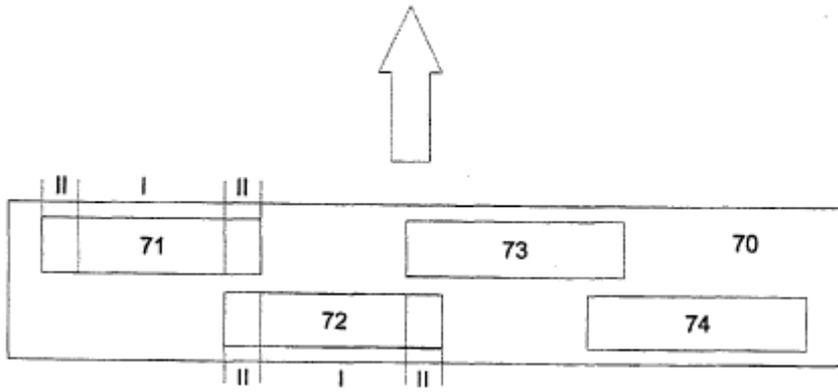


Figura 14

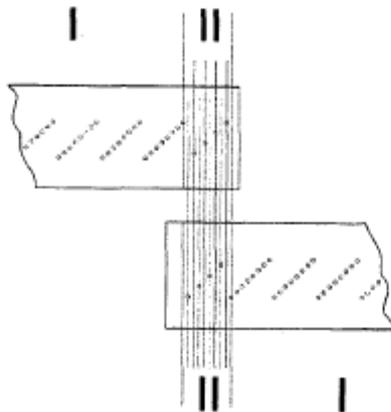


Figura 15