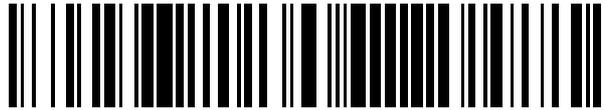


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 627**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2009 E 09799238 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2355973**

54 Título: **Procedimiento para la construcción por estratos de modelos de material sintético**

30 Prioridad:

20.11.2008 DE 102008058378

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

28.07.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**EDERER, INGO;
GÜNTHER, JOHANNES;
GÜNTHER, DANIEL y
GNÜCHTEL, INGO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 578 627 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

Procedimiento para la construcción por estratos de modelos de material sintético

5 Procedimientos generativos para la producción de estructuras 3D, especialmente de material sintético, se conocen desde hace tiempo. Estos procedimientos comprenden, por ejemplo, procedimientos tales como la estereolitografía, en los que líquidos monómeros se consolidan mediante una radiación rica en energía. Además de esto, se conoce la sinterización selectiva por láser, en la cual material en partículas se funde con una radiación rica en energía. A partir del estado de la técnica se conoce, además, el procedimiento de impresión 3D, que también se denomina "prototyping" rápido.

10 Todos estos procedimientos conocidos permiten una producción comparativamente rentable de moldes para la construcción de prototipos.

15 Si en un procedimiento de impresión 3D se emplean dispositivos de impresión con varias boquillas controlables, entonces este procedimiento resulta superior a todos los demás, puesto que con él se pueden alcanzar velocidades de construcción mucho mayores. Por consiguiente, con un procedimiento de este tipo, la aplicación no se limita solo al sector de la construcción de prototipos, sino que más bien se pueden crear incluso piezas en serie de forma rentable.

Además, del estado de la técnica se conocen aún otros procedimientos. Así, existen por ejemplo sistemas que trabajan totalmente basados en líquidos y sistemas que utilizan materiales en polvo, los cuales por introducción de líquidos se consolidan de forma selectiva.

20 Los sistemas nombrados en primer lugar, basados puramente en líquidos, son conocidos, por ejemplo a partir del documento US 6.259.962 de la sociedad Objet Geometries Ltd. Este procedimiento se basa en que en la consolidación se generan dos materiales diferentes. El modelo obtenido por estratos se puede liberar del material de apoyo, después del proceso de impresión, por un procedimiento de disolución – por ejemplo un baño de agua.

El documento DE 10 2006 040 305 A1 da a conocer un procedimiento conforme al preámbulo de la reivindicación 1.

25 La consolidación de los materiales inicialmente líquidos para la impresión se puede llevar a cabo, por ejemplo, por radiación UV. Además, se pueden emplear sistemas de dos o de varios componentes que se reúnen en la plataforma de construcción, y se consolidan. Pero como el volumen constructivo completo se tiene que construir por medio de impresoras de chorro de tinta, este procedimiento es comparativamente lento y, por lo tanto, únicamente adecuado para piezas constructivas más pequeñas.

30 Una alternativa esencialmente más económica en cuanto a la intensidad de tiempo, la constituyen los procedimientos para la construcción de modelos por estratos, que utilizan material en partículas. En el caso de estos procedimientos se une selectivamente un material en forma de polvo. El material en partículas se deposita en finas capas, por ejemplo con una estratificadora, sobre una plataforma de la pieza a elaborar, y se alisa. Con ayuda de los datos constructivos aportados al ordenador, un cabezal de impresión consolida zonas selectivas sobre el estrato de polvo. Este proceso se repite una y otra vez, hasta que la pieza constructiva esté acabada y se pueda extraer del material en partículas no consolidado.

35 Una ventaja en este caso es que una parte del material constructivo ya se encuentra preparado por el volumen del material en partículas. Por lo tanto, la cantidad que debe ser introducida de forma líquida mediante una impresora es por lo tanto comparativamente pequeña. Así, este procedimiento permite elevadas velocidades de cabezal de impresión, breves tiempos de estratificación y una construcción del cabezal de impresión comparativamente sencilla.

40 El tipo de consolidación del material líquido se determina por el sistema de material, es decir por la combinación de polvo y líquido introducido dosificadamente.

En general, cabe pensar en dos sistemas:

1. El líquido se liga con un componente contenido en el polvo, o
 2. El polvo es pasivo y el líquido endurece, por ejemplo por medio de otros componentes o por componentes
- 45 externos tales como, por ejemplo, radiación.

Los sistemas citados bajo 2. se pueden seguir clasificando como sigue:

- Sistemas de cristalización (sistemas inorgánicos)
- Sistemas polimerizantes (materiales orgánicos)
- Sistemas de disolventes

5 En los sistemas inorgánicos se puede dosificar, por ejemplo, vidrio soluble en estado líquido sobre el material en partículas y por medio de un segundo componente, por ejemplo gas CO₂, puede ser acabado. Como “polvo de base”, respectivamente material en partículas, se pueden considerar un gran número de sustancias, por ejemplo arena (SiO₂), corindón, circonios y otras variadas cerámicas técnicas. Además, se pueden añadir también bolas de vidrio, yeso, sílice pirogénica, cemento o también metales. El líquido introducido dosificadamente, a saber líquido aglomerante, no se limita de ningún modo a vidrio soluble.

10 En el caso de sistemas polimerizantes el líquido utilizado se puede presentar como sistema de uno o varios componentes. En el caso de sistemas de un componente, para alcanzar la transición de fase líquida/sólida debe existir un estímulo externo para la consolidación. Generalmente se emplea radiación UV, con la cual se irradia el estrato impreso. Como fluidos de base son adecuados los monómeros que polimerizan por radicales con iniciador UV, resinas epoxídicas, uretanos y demás sistemas que se inician por una excitación externa.

15 En el caso de la utilización de varios fluidos separados se pueden utilizar materiales de varios componentes. Estos se consolidan por ejemplo por una reacción química al encontrarse en la zona de construcción. Se pueden emplear numerosos sistemas reactivos en los cuales por separación inicial de los componentes se hace posible un empleo duradero en el proceso de construcción.

En el caso del empleo de sistemas de disolventes, estos se consolidan por evaporación del disolvente bajo la formación de un estrato con capacidad de carga de la sustancia disuelta. En este caso, son posibles numerosas combinaciones de materiales.

20 Los sistemas que incluyen los componentes en polvo en el proceso de consolidación, se pueden seguir clasificando igualmente:

- Recristalización
- Pegamentos de disolventes
- Sistema de polimerización de varios componentes.

25 Así, sustancias inorgánicas en forma de polvo pueden ser disueltas por disolventes adecuados. Después del secado del disolvente tiene lugar una nueva formación de un cristal. Este efecto se puede utilizar para que por la introducción de escasa cantidad de líquido, previamente fijada, se puedan unir granos gruesos por sus puntos de contacto. Tales sistemas los utiliza, por ejemplo la sociedad Z-Corp. Véase a este respecto, por ejemplo el documento DE 697 06 374 T2 o también el US 5,902,441.

30 Un efecto parecido se puede conseguir en sistemas orgánicos. Una disolución de los polímeros depositados como material en partículas y la subsiguiente nueva consolidación por vaporización se puede utilizar igualmente para unir entre sí partículas gruesas.

35 En el caso de sistemas polimerizantes que contienen un componente en el polvo, se puede utilizar un líquido para la impresión comparativamente sencillo. El componente en el polvo puede ser en este caso un recubrimiento sólido o un revestimiento líquido. Además, se puede encontrar en el grano de polvo. En todas las formas citadas, después de la impresión el líquido consolida el material en partículas. Según la propiedad del sistema, la consolidación presenta una especial pérdida de tiempo.

El que un sistema líquido sea adecuado para su empleo en un sistema de impresión 3D con un material reactivo en forma de partículas reactivo se juzga por las propiedades de capacidad de disolución, viscosidad, presión de vapor, merma por polimerización y/o tasa de polimerización.

40 Según la clase de material en partículas utilizado, el líquido de impresión tiene que poder disolver las partículas para liberar un segundo componente y desencadenar así la reacción de consolidación. La viscosidad del líquido tiene que ser adecuada para el proceso aquí descrito, también para imprimir con un cabezal de impresión de chorro de tinta.

45 Según el tamaño y la forma de la pieza de construcción tarda un determinado tiempo hasta que se deposita encima un nuevo estrato de partículas. En este caso, es además importante que no se pierda por vaporización demasiado líquido introducido dosificadamente, puesto que entonces ya no es posible unión alguna de los estratos.

Una magnitud decisiva para la exactitud, respectivamente la fidelidad de forma de las piezas de construcción es la merma por polimerización. Ésta debería ser lo más pequeña posible. Además, la tasa de transformación del líquido en comparación con el polímero debería ser elevada para obtener piezas de construcción sólidas, fáciles de manejar.

50 Por lo tanto, objeto de la presente invención es poner a disposición un procedimiento para la construcción estratificada de modelos, con el cual sea posible cumplir lo mejor posible las anteriores premisas, es decir garantizar especialmente buenas propiedades de disolución y la mejor estabilidad de forma posible.

5 Este objetivo se soluciona por un procedimiento según la reivindicación 1 para la construcción por estratos de modelos en material plástico, aplicando sobre una plataforma de construcción un primer material y, a continuación, selectivamente, un segundo material, en cada caso de forma estratificada, y repitiendo estos dos pasos de deposición hasta la obtención del modelo deseado. Los dos materiales, en el caso de una adecuada relación de mezcla, forman un cuerpo sólido; el primer material presenta un material en partículas y el segundo material se deposita a través de un cabezal de impresión y presenta N-vinilformamida.

Este problema se soluciona, además, por la utilización, según la reivindicación 6, de N-vinilformamida en un procedimiento para la construcción de modelos por estratos.

10 De forma totalmente sorprendente se descubrió que la N-vinilformamida cumple de modo ideal con las propiedades anteriormente citadas. Hasta ahora, la N-vinilformamida no se empleaba para este fin y solamente se conocía como material de recubrimiento en la industria papelera, empleándose en este caso para una reacción de polimerización catiónica.

15 Por las propiedades de disolución extremadamente buenas tiene lugar un inicio de la disolución del material de partículas, muy rápido, permaneciendo sin embargo el material desprendido con estabilidad de forma, lo que lleva a una precisión de aristas muy buena. Además, ha resultado particularmente ventajoso que la N-vinilformamida no presenta propiedades cancerígenas agudas.

Además de esto, conforme a una forma de ejecución preferida ha resultado ventajoso, si como primer material se utiliza un material en partículas que presente PMMA.

20 Además, conforme a otra forma de ejecución preferida, al material en partículas se puede añadir también un iniciador y/o un reticulante y/o un acelerador.

En este caso, conforme a una forma de ejecución preferida del procedimiento conforme a la invención, puede ser ventajoso que la N-vinilformamida sea el componente principal del segundo material.

Pero igualmente, se podría considerar que el segundo material presente, además, un iniciador, un acelerante y/o un reticulante.

25 En el caso de una utilización de la N-vinilformamida en un procedimiento para la construcción por estratos de modelos conforme a una forma de ejecución particularmente preferida de la presente invención, sobre una plataforma de construcción se puede depositar un material en partículas y a continuación de ello, selectivamente, a través de un cabezal de impresión, una N-vinilformamida, en cada caso de forma estratificada, repitiendo estos dos pasos de deposición hasta alcanzar el modelo deseado.

30 Si aparte de esto, conforme a otra forma de ejecución, el material en partículas presenta PMMA, entonces se pueden construir piezas de construcción particularmente fieles al molde.

También se ha puesto de manifiesto que conforme a una forma de ejecución preferida, puede ser ventajoso si además de la N-vinilformamida a través del cabezal de impresión se pueda depositar un iniciador, un acelerador o/y un reticulante.

35 A continuación, la invención se describirá para mayor ilustración con ayuda de ejemplos de ejecución, pero a los que de ningún modo debe quedar limitada.

Como ejemplo, se describirá a continuación una receta para la impresión 3D conforme a la presente invención.

40 En este caso, se emplea una combinación a base de material en partículas de PMMA como primer material, el cual contiene el iniciador peróxido de benzoílo, y a base del monómero vinílico N-vinilformamida, como segundo material.

45 Por lo tanto, material en partículas de PMMA que contiene peróxido de benzoílo se deposita en estratos mediante un dispositivo dosificador sobre una plataforma de la pieza de trabajo, tal como se conoce de otros procedimientos de "prototyping" rápido, y a continuación de ello, mediante una boquilla se deposita N-vinilformamida sobre zonas previamente fijadas, correspondientes a la pieza a formar. El control de la boquilla tiene lugar habitualmente a través de datos del ordenador y la deposición tiene lugar frecuente mediante un cabezal de impresión de chorro de tinta.

50 La consolidación de los dos materiales en un procedimiento de este tipo no tiene lugar por polimerización catiónica, sino por una polimerización por radicales en el doble enlace del monómero vinílico. La escisión del iniciador para dar lugar a radicales de inicio de la reacción en cadena tiene lugar de manera clásica a través de aminas terciarias adecuadas - tales como, por ejemplo N,N-dimetil-p-toluidina, N,N-di-(2-hidroxi-etil)-p-toluidina, N,N-dimetilanilina, N,N-dietilanilina, etc. - pero es catalizada, además, por N-vinilformamida. En una receta de esta clase, en algunos casos se puede renunciar al catalizador, frecuentemente utilizado en otros casos.

5 Si conforme a una forma de ejecución preferida, descrita, se utiliza además un reticulante, se puede conseguir una reducción de la merma. Como particularmente adecuado se ha acreditado un acrilato bifuncional – tal como, por ejemplo, de tipo Photomer 4025, 4028, 6210, 4172, etc. - Un reticulante de esta clase incrementa, además, la viscosidad de la N-vinilformamida y por ello se puede utilizar también para establecer las propiedades deseadas del modelo construido.

Además, se pueden utilizar también los siguientes productos: Sartomer SR 601E (que corresponde a Photomer 4028F), Sartomer SR 602 y Sartomer SR 349.

10 Una aceleración del proceso de polimerización se puede conseguir por adición de aceleradores organometálicos tales como, por ejemplo, octoatos-, naftenatos- y acetilacetatos- de Co, Al, Zn, Zr, V, Ti, Y, Nb, Fe, Mn, Pd, Pt, Ru, Mo, Cu, Cr, Ni ó Cd.

15 Las piezas de construcción creadas con estos materiales, citados como ejemplo, presentan frente a los materiales utilizados hasta ahora para la construcción de una pieza construcción de material sintético, una baja deformación y una elevada precisión de aristas. Además, una baja presión de vapor impide anisotropías en las piezas constructivas, puesto que por la escasa vaporización del líquido de impresión, especialmente de la N-vinilformamida, el material introducido puede polimerizar, por lo cual se facilita sensiblemente la capacidad de manipulación del sistema.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento según la reivindicación 1 para la construcción por estratos de modelos en material plástico, depositando sobre una plataforma de construcción un primer material y a continuación, selectivamente, un segundo material, en cada caso de forma estratificada, y repitiendo estos dos pasos de deposición hasta la obtención del modelo deseado;
- los dos materiales, en el caso de una adecuada relación de mezcladura, forman un cuerpo sólido y el primer material presenta un material en partículas, **caracterizado por que** el segundo material se deposita a través de un cabezal de impresión y presenta N-vinilformamida.
- 10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, utilizándose como primer material un material en partículas que contiene un PMMA.
- 3.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, presentando además el material en partículas un iniciador y/o un reticulante y/o un acelerador.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, siendo la N-vinilformamida el componente principal del segundo material.
- 15 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, presentando además el segundo material un iniciador, un acelerador y/o un reticulante.
- 20 6.- Utilización de N-vinilformamida en la construcción estratificada de modelos, depositando sobre una plataforma de construcción un material en partículas y, a continuación de ello, selectivamente, a través de un cabezal de impresión una N-vinilformamida, en cada caso en forma de estratos, y repitiendo estos dos pasos de deposición hasta la obtención de un modelo deseado.
- 7.- Utilización de N-vinilformamida conforme a la reivindicación 6 en la construcción de manera estratificada de modelos, presentando el material en partículas PMMA.
- 25 8.- Utilización de N-vinilformamida conforme a la reivindicación 6 ó 7, en la construcción de manera estratificada de modelos, depositándose adicionalmente a la N-vinilformamida un inhibidor, un acelerador y/o un reticulante a través del cabezal de impresión.