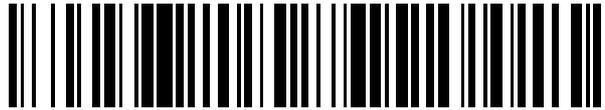


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 100**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2012 E 12196524 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2015 EP 2612746**

54 Título: **Dispositivo para la producción capa por capa de objetos tridimensionales mediante aplicación rotatoria**

30 Prioridad:

06.01.2012 DE 102012200160

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

01.10.2015

73 Titular/es:

**EVONIK DEGUSSA GMBH (100.0%)
Rellinghauser Strasse 1-11
45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**GREBE, MAIK;
DIEKMANN, WOLFGANG y
HESSEL-GELDMANN, SIGRID**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 547 100 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 para la producción capa por capa de objetos tridimensionales mediante aplicación rotatoria

- 5 El presente invento se refiere a un dispositivo para la producción capa por capa de objetos tridimensionales, a un procedimiento para la producción capa por capa así como a unos correspondientes cuerpos moldeados.

La puesta a disposición rápida de prototipos es un problema planteado frecuentemente en los últimos tiempos. Unos procedimientos que la hacen posible se denominan "producción rápida de prototipos" (en inglés "Rapid Prototyping") o también "fabricación aditiva" (en inglés "Additive Fabrication"). Son especialmente apropiados unos procedimientos que trabajan sobre la base de unos materiales pulverulentos, y en los cuales las estructuras deseadas se producen capa por capa mediante fusión selectiva y compactación. En tal caso se puede prescindir de construcciones de sustentación en el caso de voladizos y destalonados, puesto que el plano del campo de construcción, que rodea a las zonas fundidas, ofrece un suficiente efecto de sustentación. Asimismo desaparece el trabajo de repaso para retirar los soportes. Los procedimientos son también apropiados para la producción de pequeñas series. La temperatura del recinto de construcción se escoge de tal manera que durante el proceso de construcción no se llegue a ninguna distorsión de las estructuras que han sido producidas capa por capa.

Un procedimiento, que es especialmente bien apropiado para la finalidad de la producción rápida de prototipos, es la sinterización selectiva con rayos láser (SLS). En el caso de este procedimiento, unos polvos de un material sintético se irradian con rayos láser brevemente de una manera selectiva dentro de una cámara, con lo cual se funden las partículas de polvo que son afectadas por el rayo láser. Las partículas fundidas se fusionan unas dentro de otras y se solidifican rápidamente de nuevo para dar una masa sólida. Por medio de una irradiación repetida de unas capas que se van aplicando siempre de nuevas, con este procedimiento se pueden producir cuerpos tridimensionales de una manera sencilla y rápida.

El procedimiento de sinterización con rayos láser (producción rápida de prototipos) para la producción de cuerpos moldeados a partir de unos polímeros pulverulentos se describe detalladamente en los documentos de patente de los EE. UU. US 6.136.948 y de solicitud de patente internacional WO 96/06881 (ambos de DTM Corporation). Se reivindican para este uso un gran número de polímeros y copolímeros, tales como p.ej. los poliacetatos, polipropilenos, polietilenos, ionómeros y las poliamidas. El documento WO 93/08928 describe asimismo un procedimiento de sinterización con rayos láser. El documento de patente europea EP 1234625 describe un procedimiento de fusión mediante rayos láser con una disposición de aplicación y una disposición de nivelación.

Otros procedimientos bien apropiados son el procedimiento SIV (del alemán Selektives Inhibierung des Verbindens = inhibición selectiva de la unión) tal como se describe en el documento WO 01/38061, o un procedimiento tal como se describe en el documento EP 1015214. Ambos procedimientos trabajan con un calentamiento superficial por rayos infrarrojos para la fusión del polvo. La selectividad de la fusión se consigue, en el caso del primero de los procedimientos, mediante la aplicación de un agente inhibidor, y, en el caso del segundo procedimiento, mediante una máscara. Otro procedimiento se ha descrito en el documento DE 10311438. En el caso de éste, la energía necesaria para efectuar la fusión se incorpora mediante un generador de microondas, consiguiéndose la selectividad mediante la aplicación de un material susceptible. Otro procedimiento se describe en el documento WO 2005/105412, en cuyo caso la energía necesaria para efectuar la fusión se introduce mediante una radiación electromagnética, consiguiéndose la selectividad asimismo de nuevo mediante la aplicación de un material absorbente.

Un problema que se plantea en el caso de los procedimientos conocidos a partir del estado de la técnica consiste en que los polvos empleados deben de ser capaces de fluir, para se pueda conseguir una aplicación irreprochable de las capas. Solamente en el caso de presentarse una irreprochable aplicación de capas, se pueden producir unos objetos tridimensionales con una alta calidad. En el caso de no presentarse una fluidez suficiente, algunas zonas del campo de construcción no son revestidas con el polvo o solamente lo son de un modo insuficiente. Además pueden presentarse estrías, ondulaciones o fisuras en el polvo del plano del campo de construcción. Esto conduce en el proceso a ciertos problemas, de tal manera que, al final del proceso, los objetos tridimensionales producidos presentan defectos. En particular, la aplicación de polvos mediante un rodillo rotatorio es problemática, puesto que, en el caso de unos polvos que no son capaces de fluir, éstos se adhieren al rodillo y obstaculizan la aplicación del polvo.

Así, p.ej. en el documento EP 1443073 se describe el recurso de mejorar la capacidad para fluir del polvo empleado mediante la adición de ciertos aditivos. Una desventaja de este modo de proceder reside en que los aditivos añadidos son entonces también una parte constituyente en los objetos tridimensionales producidos, lo que puede ser indeseado en algunos casos de uso de estos objetos. Además de esto, la adición de unos aditivos destinados a aumentar la capacidad para fluir eleva en la mayoría de los casos también la distorsión de los objetos tridimensionales producidos. Además de esto, unos polvos muy finos no pueden hacerse capaces de fluir tampoco con la adición de unos aditivos o se pueden hacerlo solamente de un modo condicionado.

Es una misión del presente invento, por lo tanto, la puesta a disposición de un dispositivo y de un procedimiento, que ya no presenten las desventajas del estado de la técnica, y que por consiguiente hagan posible el mejoramiento de la aplicación de unos polvos que sean malamente capaces de fluir, en el caso de la producción de objetos tridimensionales.

5 El problema mencionado se resuelve mediante un dispositivo, un procedimiento y unas utilidades de acuerdo con las presentes reivindicaciones.

10 Un objeto del presente invento es un dispositivo para la producción capa por capa de objetos tridimensionales (cuerpos moldeados), que comprende un recinto de construcción (10) con una plataforma de construcción (6) que es ajustable en la altura, un dispositivo de aplicación (7') destinado a la aplicación de una capa de un material, que es compactable mediante la acción de una radiación electromagnética, sobre la plataforma de construcción (6), una disposición de irradiación que comprende una fuente de radiación (1) que emite una radiación electromagnética, una unidad de regulación (3) y una lente (8) que se encuentra situada dentro del camino de los rayos de la radiación electromagnética, para la irradiación de unos lugares de la capa que corresponden al objeto (5), estando
15 estructurado el dispositivo de aplicación (7') destinado a la aplicación de una capa en forma de un cilindro rotatorio que está provisto de una guarnición de cepillo (15). De este modo resulta una especie de cepillo redondo. La guarnición de cepillo (15) se escoge de manera preferida entre el conjunto de las fibras naturales, de las fibras sintéticas, de las cerdas artificiales que pueden estar entremezcladas con unos medios de amolado, de los alambres metálicos así como de unas mezclas de éstos, siendo preferidos los alambres metálicos.

20 Unos dispositivos de aplicación (7) y (7') (con una superficie áspera y con una guarnición de cepillo) se pueden combinar entre sí.

25 Para un uso en un procedimiento de aplicación de capas, unos polvos con un período de tiempo de corrimiento situado por encima de 35 s o con una clasificación como incapaces de fluir (medido según la norma DIN EN ISO 6186, procedimiento A, diámetro de la abertura de paso 15 mm), se han considerado hasta ahora como imposibles de aplicar. Con el presente invento se ha hecho posible, por fin, elaborar tales polvos.

30 El cilindro (rodillo) rotatorio usado como dispositivo de aplicación (7) o respectivamente (7') sirve por consiguiente para distribuir el polvo y aplicar en cada caso una capa más del polvo. En este caso, la aplicación no se efectúa mediante un desplazamiento (tal como se hace por ejemplo en el caso de una rasqueta o de una escoba), sino mediante una rotación del cilindro. De manera preferida, la aplicación se efectúa solamente mediante el cilindro rotatorio y no mediante otro rodillo adicional, una rasqueta adicional o un dispositivo similar. Por consiguiente, después de la aplicación por medio del cilindro no es necesario alisar a la capa de polvo mediante otro dispositivo de
35 aplicación. Un tal sistema es designado por un experto en la especialidad como "de una sola pieza".

La rasqueta es desventajosa por cuanto que unos polvos que son malamente capaces de correrse o de fluir, se pueden adherir a la rasqueta.

40 Fundamentalmente, el cilindro metálico puede girar en la dirección de aplicación o en contra de la dirección de aplicación, prefiriéndose una aplicación en contra de la dirección de aplicación.

Los "lugares correspondientes" del objeto constituyen en cada caso una capa del contorno alisado del objeto, que es sinterizado o fundido escalonadamente en el lecho de polvo mediante una activación del rayo láser.

45 Sorprendentemente, se ha puesto de manifiesto que con los dispositivos, los procedimientos y las utilidades de acuerdo con el invento se pueden aplicar también unos polvos, que son malamente capaces de correrse o de fluir, de tal manera que se puede disminuir la cantidad añadida de unos aditivos o respectivamente se puede prescindir totalmente de ellos. En este contexto es sorprendente en particular el hecho de que el problema mencionado se puede resolver mediante el recurso de que se emplea un dispositivo de aplicación (7) y/o un dispositivo de aplicación (7'), que está estructurado en forma de un cilindro rotatorio, teniendo la superficie de la camisa del cilindro una aspereza Rz de por lo menos 100 µm (según la norma DIN EN ISO 4287:1998, determinada mediante un procedimiento de corte por palpación según la norma DIN EN ISO 3274, con un Hommel Tester T1000 Wave de Jenoptik, que tiene un radio de la punta de 5 µm, y un ángulo del cono de 90°), o respectivamente estando provisto
50 el cilindro de una guarnición de cepillo (15).

De manera preferida, la aspereza Rz de la superficie de la camisa es de por lo menos 175 µm. De manera especialmente preferida, la aspereza Rz de la superficie de la camisa es de por lo menos 250 µm, de manera muy especialmente preferida de 250 µm a 500 µm.

60 El cilindro y su superficie pueden haber sido fabricados por ejemplo a base de materiales sintéticos o metales. La superficie de la camisa del cilindro se compone o contiene de manera preferida un metal o una aleación metálica.

65 La Fig. 1 muestra la estructura de principio de un dispositivo para la producción de objetos tridimensionales conforme a la utilización de acuerdo con la reivindicación 11 del presente invento. La pieza constructiva se posiciona céntricamente dentro del campo de construcción.

Desde un dispositivo de láser (1) el rayo láser (2) es dirigido por medio de un sistema de exploración (3) a través de la lente (8) hacia una superficie pulverulenta (4) atemperada e inertizada, de manera preferida inertizada con nitrógeno, del objeto (5) que se ha de formar. La lente tiene en este contexto la misión de separar a los componentes ópticos restantes, tales como p.ej. los espejos del explorador, con respecto de la atmósfera del recinto de construcción. Frecuentemente, la lente es estructurada en forma de un sistema de lentes F-theta, con el fin de garantizar un enfoque lo más homogéneo que sea posible a lo largo todo el campo de construcción. Dentro del recinto de construcción se encuentra situado el dispositivo de aplicación (7) que está destinado a la aplicación del material que se ha de compactar sobre la plataforma de construcción (6), estando estructurado el dispositivo de aplicación en forma de un cilindro rotatorio, cuya superficie de la camisa tiene por lo menos una aspereza Rz según la norma DIN EN ISO 4287:1998 de 100 μm .

Por lo demás se prefiere que el dispositivo tenga un elemento calentador destinado al atemperamiento del recinto de construcción. De esta manera, el recinto de construcción se puede ajustar por ejemplo a la temperatura (temperatura de trabajo) que es ideal para la producción del objeto tridimensional.

En la Fig. 2 se representa un dispositivo de aplicación que no es conforme al invento. El dispositivo de aplicación (7) está estructurado en forma de un cilindro metálico, que gira en contra de la dirección de aplicación y que aplica el polvo (11) sobre el plano del campo de construcción (19). La aspereza Rz (la mayor altura del perfil) según la norma DIN EN ISO 4287:1998, que es determinada mediante un procedimiento de corte por palpación según la norma DIN EN ISO 3274 (con un Hommel Tester T1000 Wave de Jenoptik, que tiene un radio de la punta de 5 μm , y un ángulo del cono de 90°) de la superficie de la camisa (13) es de 64 μm .

En la Fig. 3 se representa un dispositivo de aplicación (7) tal como se expone en la reivindicación 11. El dispositivo de aplicación (7) está estructurado también en el presente caso en forma de un cilindro metálico, que al realizar la aplicación del polvo gira en contra de la dirección de aplicación. La aspereza Rz según la norma DIN EN ISO 4287:1998 de la superficie de la camisa (14) es en el presente caso de 183 μm .

En la Fig. 4 se representa otro dispositivo de aplicación conforme al invento. El dispositivo de aplicación (7') está estructurado también en el presente caso en forma de un cilindro metálico, que al realizar la aplicación del polvo gira en contra de la dirección de aplicación. La superficie de la camisa está provista en el presente caso de unos alambres metálicos que tienen la misma longitud como una guarnición de cepillo (15). Fundamentalmente, la guarnición de cepillo puede tener diversas longitudes de los alambres, pero se prefiere que éstos tengan la misma longitud.

En una forma de realización preferida, las fibras, las cerdas y los alambres de la guarnición de cepillo (15) tienen en cada caso, independientemente entre sí, un diámetro de 0,2 mm a 3 mm, una longitud (de la guarnición) de 0,25 mm a 75 mm y una densidad de guarnecido de 5 / cm^2 a 1.000 / cm^2 en el estado insertado. De manera especialmente preferida, la densidad de guarnecido es de por lo menos 10 / cm^2 .

Las fibras, las cerdas y los alambres se aplican de manera preferida perpendicularmente al eje de rotación del cilindro. De manera preferida, las fibras, las cerdas y los alambres se sitúan perpendicularmente sobre la superficie de la camisa del cilindro.

En la Fig. 5 se representa otra forma de realización conforme al invento del dispositivo. El dispositivo de aplicación (7'') está estructurado en el presente caso también en forma de un cilindro metálico, que al realizar la aplicación del polvo gira en contra de la dirección de aplicación. El polvo (17) que se ha adherido al cilindro metálico se elimina mediante un elemento raspador (16) desde la superficie de la camisa del cilindro, en particular de tal manera que el polvo caiga descohesionado delante del cilindro (18). El elemento raspador está orientado de manera preferida de un modo simétrico en rotación con respecto al cilindro. El elemento raspador puede estar estructurado en forma de un cepillo o también en forma de una delgada chapa, aconsejándose como material para el elemento raspador unos metales, que tienen una dureza más pequeña que la del metal del cilindro. Para el elemento raspador son concebibles también otros materiales, siempre y cuando que éstos tengan una correspondiente resistencia térmica.

Conforme al invento, el elemento raspador (16) se puede combinar con un dispositivo de aplicación (7) o con un dispositivo de aplicación (7').

Asimismo, un objeto del presente invento es un procedimiento para la producción capa por capa de objetos tridimensionales, siendo llevado a cabo el procedimiento en el dispositivo conforme al invento.

Fundamentalmente, son adecuados todos los polvos poliméricos conocidos por un experto en la especialidad para su empleo en el dispositivo conforme al invento o respectivamente en el procedimiento conforme al invento. Son adecuados en particular unos materiales termoplásticos y termoelásticos tales como por ejemplo un polietileno (PE, HDPE, LDPE), un polipropileno (PP), unas poliamidas, unos poliésteres, unos poli(éster-ésteres), unos poli(éster-ésteres), unos poli(fenilén-ésteres), unos poliacetales, unos poli(tereftalatos de alquileño), en particular un poli(tereftalato de etileno) (PET) y un poli(tereftalato de butileno) (PBT), un poli(metacrilato de metilo) (PMMA), un poli(vinil-acetal), un poli(cloruro de vinilo) (PVC), un poli(óxido de fenileno) (PPO), un poli(oximetileno) (POM), un

poliestireno (PS), un terpolímero de acrilonitrilo, butadieno y estireno (ABS), unos policarbonatos (PC), unas poli(éter-sulfonas), unos poliuretanos termoplásticos (TPU), unas poli(aril-éter-cetonas), en particular una poli(éter-éter-cetona) (PEEK), una poli(éter-cetona-cetona) (PEKK), una poli(éter-cetona) (PEK), una poli(éter-éter-cetona-cetona) (PEEKK), una poli(aril-éter-éter-éter-cetona) (PEEEK) o una poli(éter-cetona-éter-cetona-cetona) (PEKEKK),
 5 unas poli(éter-imidas) (PEI), unos poli(sulfuros de arileno), en particular un poli(sulfuro de fenileno) (PPS), unas poliimidas termoplásticas (PI), unas poli(amida-imidas) (PAI), unos poli(fluoruros de vinilideno), así como unos copolímeros de estos materiales termoplásticos tales como p.ej. un copolímero de una poli(aril-éter-cetona) (PAEK) y de una poli(aril-éter-sulfona) (PAES), unas mezclas y/o unas mezclas preparadas de polímeros. De manera especialmente preferida, el polvo polimérico comprende por lo menos una poliamida tal como una PA6, una PA66,
 10 una PA610, una PA613, una PA1010, una PA106, una PA11, una PA12, una PA1012, una PA1013 o unas mezclas de éstas, o unas poli(éter-cetonas), de manera preferida una PEEK. Se prefieren muy especialmente unas poliamidas, en particular una poliamida 12, una poliamida 6 o una poliamida 6.6.

Además de esto, son adecuados unos polvos metálicos, que por ejemplo contienen o se componen de hierro, titanio
 15 o aluminio, o unos polvos cerámicos. De manera preferida, se emplean unos polvos poliméricos.

En el funcionamiento, en primer lugar, por regla general en un ordenador, basándose en un programa de construcción o un sistema similar, se generan o respectivamente se almacenan datos acerca de la forma del objeto
 (5) que se ha de producir. Estos datos son tratados para la producción del objeto de tal manera que el objeto sea descompuesto en un gran número de capas horizontales, que son delgadas en comparación con la dimensión del
 20 objeto, y los datos acerca de la conformación son puestos a disposición por ejemplo en forma de unos conjuntos de datos, p.ej. unos datos de CAD (acrónimo de "computer-aided design" = diseño ayudado por ordenador), para cada una de las capas de este gran número de capas. La generación y el tratamiento de los datos para cada capa se pueden efectuar en este caso antes de la producción o también simultáneamente con la producción de cada capa.

A continuación, en primer lugar, la plataforma de construcción (6) se lleva primeramente, mediante una disposición de ajuste de la altura, a la posición más alta, en la que la superficie de la plataforma de construcción (6) está situada en el mismo plano que la superficie del recinto de construcción, y a continuación se hace descender en la magnitud
 25 del espesor de capa previsto de la primera capa de material, de tal manera que dentro de la escotadura resultante se forma una zona descendida, que está limitada lateralmente por las paredes de la escotadura resultante y en la parte inferior por la superficie de la plataforma de construcción (6). Mediante el dispositivo de aplicación (7) o respectivamente el dispositivo de aplicación (7') en la forma de un cilindro rotatorio se incorpora luego una primera capa del material que se ha de compactar con el espesor de capa previsto, en la cavidad formada por la escotadura y la plataforma de construcción (6) o respectivamente en la zona descendida, y eventualmente se calienta mediante
 30 un sistema de calentamiento a una apropiada temperatura de trabajo, por ejemplo a 100 °C hasta 360 °C, de manera preferida a 120 °C hasta 200 °C. Después de esto, la unidad de regulación (3) regula a la disposición de dirección de tal manera que el rayo de luz (2) dirigido incida consecutivamente sobre todos los lugares de la capa, y sinterice o respectivamente funda allí al material. De este modo se puede formar primeramente una capa de fondo fija. En una segunda etapa, la plataforma de construcción (6) se hace descender, por medio del dispositivo de ajuste
 35 de la altura, en la magnitud de un espesor de capa, y mediante el dispositivo de aplicación (7) o respectivamente (7') una segunda capa de material es incorporada dentro de la escotadura en la zona descendida que ha resultado de esta manera, y eventualmente es calentada de nuevo por el sistema de calentamiento.

En una forma de realización, la disposición de dirección puede ser dirigida esta vez por la unidad de regulación (3) de tal manera que el rayo de luz (2) dirigido incida solamente sobre la zona colindante con la superficie interna de la
 40 escotadura, y compacta allí a la capa de material mediante sinterización, con lo cual resulta una primera capa de pared de configuración anular con un espesor de capa de aproximadamente 2 hasta 10 mm, que rodea completamente al material pulverulento remanente de la capa. Esta parte de la regulación constituye, por consiguiente, una disposición para la producción de una pared de recipiente que rodea al objeto (5) que se ha de formar, simultáneamente con la formación del objeto en cada capa.
 45

Después de haber descendido a la plataforma de construcción (6) en la magnitud del espesor de capa de la siguiente capa, de haber aplicado el material y de haberlo calentado del mismo modo que se ha descrito más arriba, se puede comenzar por fin con la producción propiamente dicha del objeto (5). Para esto, la unidad de regulación (3)
 50 regula a la disposición de dirección de tal manera que el rayo de luz (2) dirigido incida sobre aquellos lugares de la capa, que deben de ser compactados de una manera correspondiente a las coordenadas que están almacenadas en la unidad de regulación del objeto (5) que se ha de producir. En los casos de las otras capas se procede de un modo análogo. En el caso de la deseada producción de una capa de pared de configuración anular en la forma de una pared de recipiente, que rodea al objeto junto con el material no sinterizado remanente, y que impide de esta manera
 55 una salida del material por debajo de la mesa de trabajo al hacer descender a la plataforma de construcción (6), en el caso de cada capa del objeto se aplica por sinterización mediante la disposición una capa de pared de configuración anular sobre la capa de pared de configuración anular que está situada debajo. Se puede prescindir de la construcción de la pared cuando se utilice un recipiente de recambio de una manera correspondiente al documento EP 1037739 o cuando se utilice un recipiente montado fijamente.
 60

Después de haber enfriado, el objeto que se ha formado se puede retirar desde el dispositivo.
 65

Ejemplos:

Los Ejemplos son redactados, siempre y cuando que no se indique otra cosa distinta, de una manera correspondiente a la siguiente descripción. La cámara de construcción es calentada en el transcurso de 120 min hasta la temperatura del proceso. La distribución de la temperatura en el recinto de construcción no es siempre homogénea, por lo tanto la temperatura, que se ha medido mediante un pirómetro, es definida como la temperatura del recinto de construcción o la temperatura del proceso. Antes de la primera irradiación se aplican 40 capas del polvo. Desde un dispositivo láser (1), el rayo láser (2) es dirigido mediante un sistema de exploración (3) a través de la lente (8) hacia el plano del campo de construcción (4) atemperado e inertizado (con N₂). La lente está estructurada como un sistema de lentes F-theta, con el fin de garantizar un enfoque lo más homogéneo que sea posible a lo largo de todo el plano del campo de construcción.

La pieza constructiva que se ha de irradiar se posiciona centralmente en el campo de construcción. Se funde por medio del dispositivo láser una superficie cuadrada con una longitud de las aristas de 50 mm. Después de esto, la plataforma de construcción (6) es descendida en 0,1 mm, y mediante un dispositivo de aplicación (7) o (7') se aplica una capa del polvo con una velocidad de 250 mm/s. Estas etapas son repetidas hasta que se haya formado una pieza constructiva tridimensional (5) con una altura de 50 mm. Después de haberse terminado la irradiación, se aplican todavía otras 40 capas, antes de que se desconecten los elementos calentadores, y se comience con la fase de enfriamiento. El período de tiempo, que es necesario en cada caso para una capa, se sitúa durante el todo proceso de construcción por debajo de 40 s.

Después de un período de tiempo de enfriamiento de por lo menos 12 horas, se retira la pieza constructiva y se libera del polvo adherido.

Ejemplo 1 (que no es conforme al invento)

El proceso de construcción se lleva a cabo en un SPro60 HDHS de la entidad 3d-systems, EE.UU.. Se elabora un polvo de una PA12 que tiene los datos característicos de polvos que se toman de la Tabla 1. El polvo es aplicado con el dispositivo del Spro60 HDHS. La aspereza Rz según la norma DIN EN ISO 4287:1998 de la superficie de la camisa del cilindro, hecha a base de un acero C60, es de 64 µm. La temperatura del proceso es de 169 °C. La temperatura en la existencia de reserva de polvo es en cada caso de 129 °C. Los parámetros de irradiación son: potencia del láser 54,0 W, velocidad de exploración 12.000 mm/s, distancia entre las líneas de irradiación 0,3 mm. La calidad de las capas de polvo que se han aplicado es mala. El polvo permanece adherido a la superficie de la camisa del cilindro. Se pueden reconocer unas estrías en el campo de construcción. En algunos lugares del plano del campo de construcción no se aplica nada de polvo o solamente se aplica demasiado poca cantidad. El objeto tridimensional producido tiene fuertes defectos superficiales.

Ejemplo 2 (conforme al invento)

El ensayo se lleva a cabo en el recinto de construcción de un SPro60 HDHS de la entidad 3d-systems. Se elabora un polvo de una PA12 que tiene los datos característicos de polvos que se toman de la Tabla 1. La temperatura del proceso es de 169 °C. La temperatura en la existencia de reserva de polvo es en cada caso de 129 °C. Los parámetros de irradiación son: potencia del láser 54,0 W, velocidad de exploración 12.000 mm/s, distancia entre las líneas de irradiación 0,3 mm. El polvo es aplicado con un cilindro metálico (7), cuya superficie de la camisa (hecha a base de un acero C60) tiene una Rz según la norma DIN EN ISO 4287:1998 de 183 µm. El polvo se puede aplicar sin problemas. Solamente una pequeña cantidad de polvo permanece adherida a la superficie de la camisa del cilindro. El plano del campo de construcción es revestido completamente. El objeto tridimensional producido no tiene defectos superficiales de ningún tipo.

Ejemplo 3 (conforme al invento)

El ensayo se lleva a cabo en el recinto de construcción de un SPro60 HDHS de la entidad 3d-systems. Se elabora un polvo de una PA12 que tiene los datos característicos de polvos que se toman de la Tabla 1. La temperatura del proceso es de 169 °C. La temperatura en la existencia de reserva de polvo es en cada caso de 129 °C. Los parámetros de irradiación son: potencia del láser 54,0 W, velocidad de exploración 12.000 mm/s, distancia entre las líneas de irradiación 0,3 mm. El polvo es aplicado con un cilindro metálico (7'), que está guarnecido con unas cerdas de alambre (de alambre metálico) hechas a base de latón (diámetro 1 mm, longitud 10 mm, 60 alambres / cm²). El polvo se puede aplicar sin problemas. El plano del campo de construcción es revestido completamente. El objeto tridimensional producido no tiene defectos superficiales de ningún tipo.

Ejemplo 4 (conforme al invento)

El ensayo se lleva a cabo en el recinto de construcción de un SPro60 HDHS de la entidad 3d-systems. Se elabora un polvo de una PA12 que tiene los datos característicos de polvos que se toman de la Tabla 1. La temperatura del proceso es de 169 °C. La temperatura en la existencia de reserva de polvo es en cada caso de 129 °C. Los parámetros de irradiación son: potencia del láser 54,0 W, velocidad de exploración 12.000 mm/s, distancia entre las líneas de irradiación 0,3 mm. El polvo es aplicado con un cilindro metálico (7), cuya superficie de la camisa (hecha a base de un acero C60) tiene una Rz según la norma DIN EN ISO 4287:1998 de 104 µm. El elemento raspador (7'') está montado a la altura del eje de rotación del cilindro metálico y paralelamente al plano del campo de construcción. Una pequeña cantidad de polvo permanece adherida a la superficie de la camisa del cilindro, pero puede ser retirada

de nuevo mediante el elemento raspador desde la superficie de la camisa y ser esparcida delante del cilindro metálico. El polvo se puede aplicar sin problemas. El plano del campo de construcción es revestido completamente. El objeto tridimensional producido no tiene defectos superficiales de ningún tipo.

	Valor	Unidad	Tipo de ensayo/aparato de ensayo/ parámetros de ensayo
Polímero	Poliamida 12		
Densidad aparente	0,355	g/cm ³	Norma DIN EN ISO 60
Tamaño de granos d50	18	µm	Malvern Mastersizer 2000, medición en seco, se añaden dosificadamente 20-40 g del polvo mediante un aparato dispersador en seco Scirocco. Velocidad de aportación al canal sacudidor 70 %, presión del aire dispersador 3 bares. El período de tiempo de medición de una muestra es de 5 segundos (para 5.000 mediciones individuales), el índice de refracción y el valor de la luz azul se establecen como de 1,52. La evaluación se efectúa a través de la teoría de Mie.
Tamaño de granos d10	11	µm	Malvern Mastersizer 2000, acerca de los parámetros véase el tamaño de granos d50
Tamaño de granos d90	38	µm	Malvern Mastersizer 2000, acerca de los parámetros véase el tamaño de granos d50
<10,48 µm	9	%	Malvern Mastersizer 2000, acerca de los parámetros véase el tamaño de granos d50
Capacidad de fluir	no fluye en las condiciones del ensayo	s	según la norma DIN EN ISO 6186, procedimiento A, diámetro de la salida desde las toberas 15 mm
Viscosidad en solución	1,53	-	según la norma ISO 307, Schott AVS Pro, disolvente m-cresol de carácter ácido, procedimiento volumétrico, determinación doble, temperatura de disolución 100°C, período de tiempo de disolución 2 h, concentración del polímero 5 g/l, temperatura de medición 25 °C
BET (superficie específica)	10,2	m ² /g	según la norma ISO 9277, Micromeritics TriStar 3000, adsorción de nitrógeno gaseoso, procedimiento volumétrico discontinuo, 7 puntos de medición a unas presiones relativas P/P0 situadas entre aprox. 0,05 y aprox. 0,20, calibración del volumen inactivo mediante He (99,996 %), preparación previa de la muestra durante 1 h a 23 °C + 16 h a 80 °C bajo vacío, la superficie específica está referida a la muestra desgasificada, la evaluación se efectuó mediante una determinación en múltiples puntos
Punto de fusión en el 1 ^{er} calentamiento	182	°C	según la norma DIN 53765 DSC 7 v. Perkin Elmer velocidad de calentamiento/enfriamiento 20 °K/min
Temperatura de recristalización	139	°C	según la norma DIN 53765 DSC 7 v. Perkin Elmer velocidad de calentamiento/enfriamiento 20 °K/min
Acondicionamiento del material	El material es almacenado antes de la elaboración y del análisis durante 24 h a 23 °C y con una humedad del aire de 50 %		

5 Tabla 1: Datos característicos de polvos

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo para la producción capa por capa de objetos tridimensionales, que comprende un recinto de construcción (10) con una plataforma de construcción (6) que es ajustable en la altura, un dispositivo (7') para la aplicación de una capa de un material compactable mediante la acción de una radiación electromagnética sobre la plataforma de construcción (6), una disposición de irradiación que comprende una fuente de radiación (1) que emite una radiación electromagnética, una unidad de regulación (3) y una lente (8) que se encuentra situada en el camino de los rayos de la radiación electromagnética, destinado a la irradiación de los lugares de la capa que corresponden al objeto (5), caracterizado por que, para la aplicación de una capa, el dispositivo (7') está estructurado en forma de un cilindro rotatorio, que está provisto de una guarnición de cepillo (15).
- 10
2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la guarnición de cepillo (15) se escoge entre el conjunto que se compone de fibras naturales, fibras sintéticas, cerdas artificiales y alambres metálicos.
- 15 3. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que las fibras, las cerdas o los alambres tienen un diámetro de 0,2 a 3 mm.
4. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, caracterizado por que las fibras, las cerdas o los alambres tienen una longitud de 0,25 mm a 75 mm.
- 20 5. Un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 hasta 4, caracterizado por que las fibras, las cerdas o los alambres tienen una densidad de guarnecido de 5 / cm² a 1.000 / cm².
6. Un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la superficie de la camisa comprende o se compone de un metal o de una aleación metálica.
- 25 7. Un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el cilindro gira en contra de la dirección de aplicación.
- 30 8. Un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que está comprendido además un elemento raspador (16).
9. Un procedimiento para la producción capa por capa de objetos tridimensionales, siendo llevado a cabo el procedimiento en un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 8.
- 35 10. Una utilización de unos polvos poliméricos con un período de tiempo de corrimiento situado por encima de 35 s o de unos polvos que no son capaces de fluir, medido con un diámetro de la abertura de paso de 15 mm de acuerdo con la norma DIN EN ISO 6186, procedimiento A, para la producción capa por capa de objetos tridimensionales según un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9.
- 40 11. Una utilización de unos polvos poliméricos con un período de tiempo de corrimiento situado por encima de 35 s o de unos polvos que no son capaces de fluir, medido con un diámetro de la abertura de paso de 15 mm de acuerdo con la norma DIN EN ISO 6186, procedimiento A, para la producción capa por capa de unos objetos tridimensionales en un procedimiento, siendo llevado a cabo el procedimiento en un dispositivo que comprende un recinto de construcción (10) con una plataforma de construcción (6) que es ajustable en la altura, un dispositivo (7) para la aplicación de una capa de un material compactable mediante la acción de una radiación electromagnética sobre la plataforma de construcción (6), una disposición de irradiación, que comprende una fuente de radiación (1) que emite una radiación electromagnética, una unidad de regulación (3) y una lente (8) que se encuentra situada en el camino de los rayos de la radiación electromagnética, para la irradiación de los lugares de la capa que corresponden al objeto (5), estando estructurado el dispositivo (7) para la aplicación de una capa en forma de un cilindro rotatorio, cuya superficie de la camisa tiene por lo menos una aspereza Rz según la norma DIN EN ISO 4287:1998 de 100 µm.
- 45
- 50

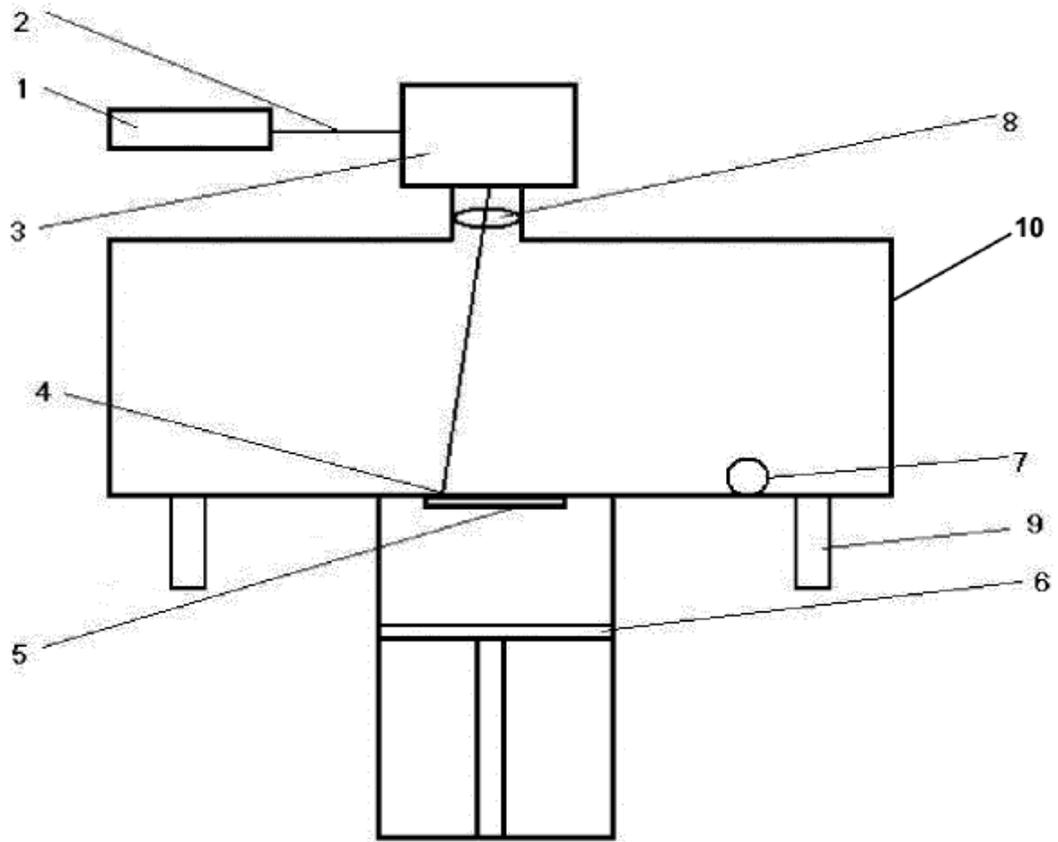


Fig. 1

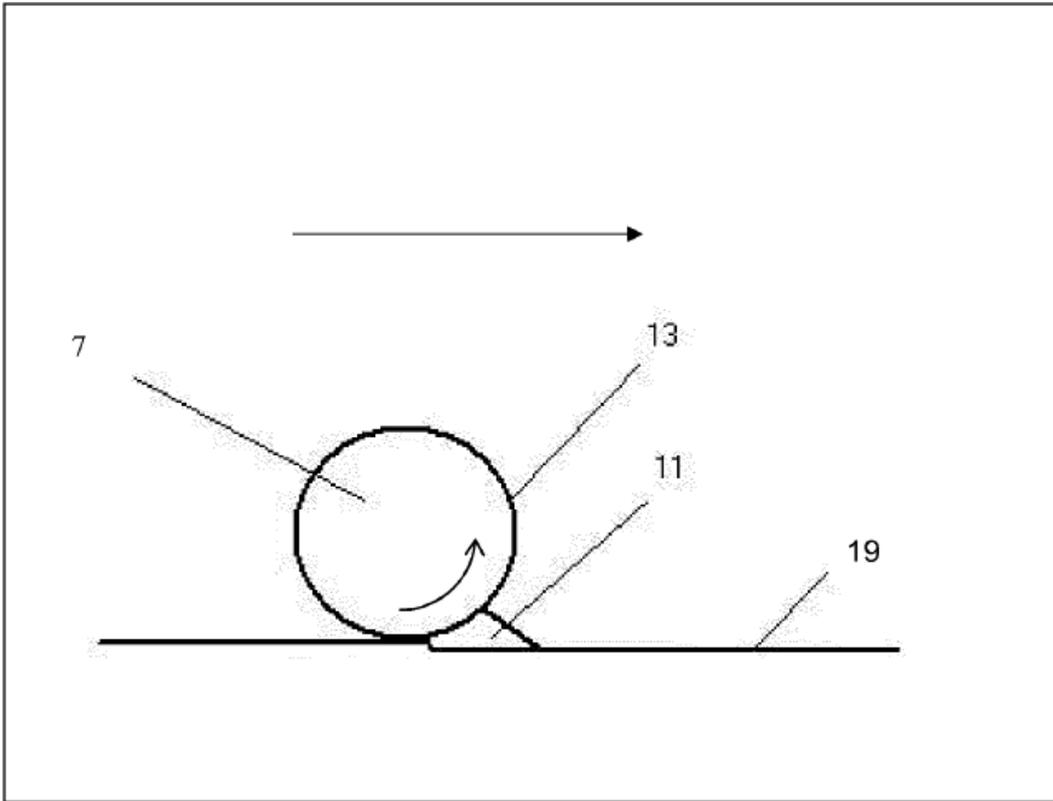


Fig. 2

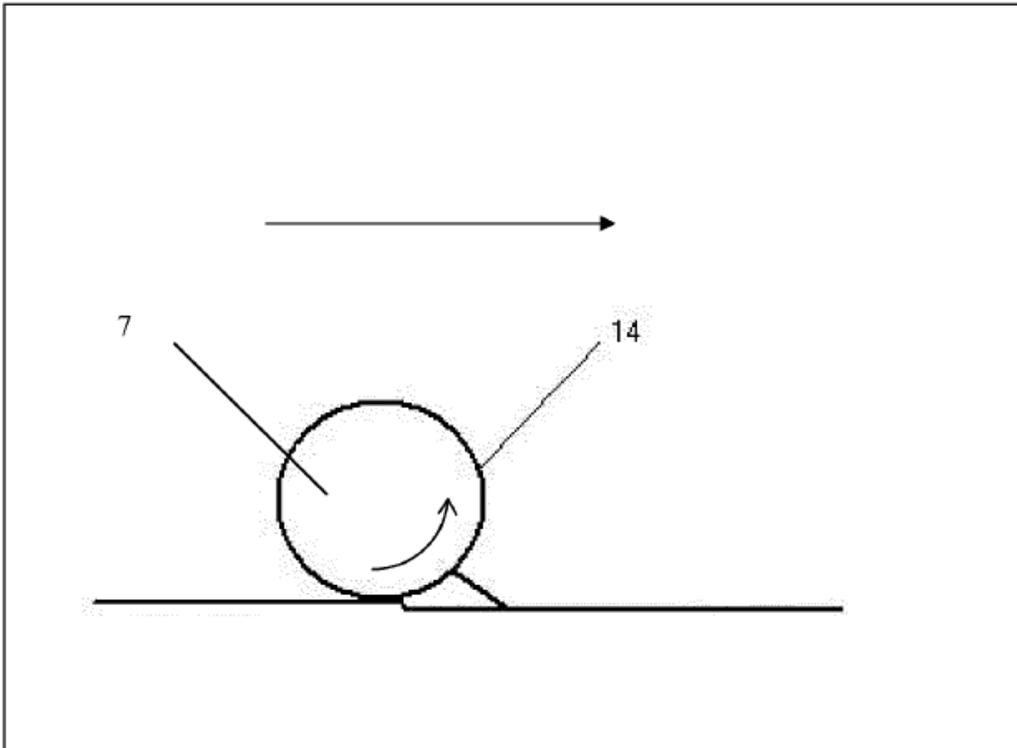


Fig. 3

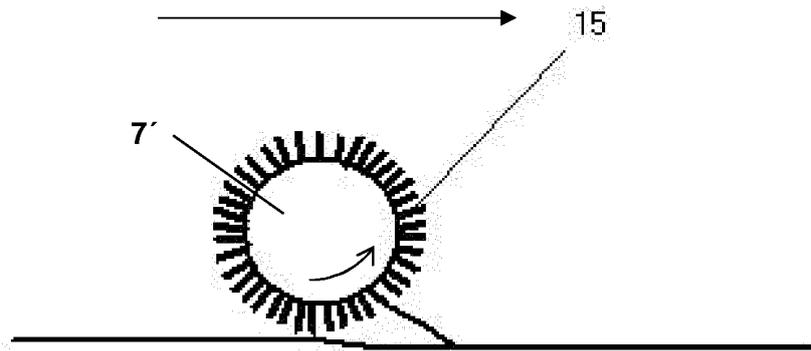


Fig. 4

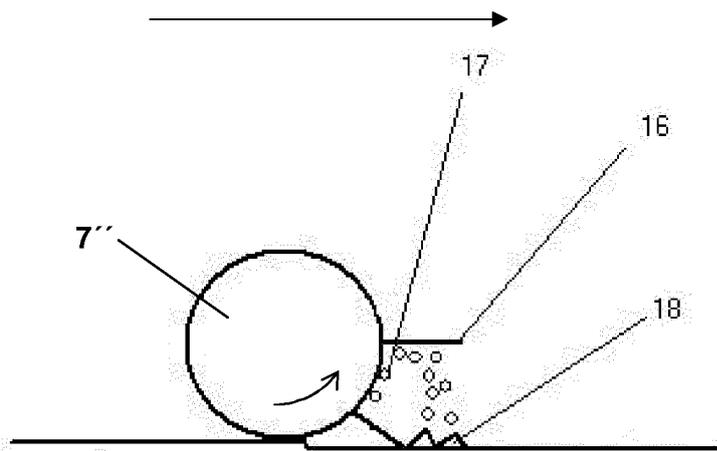


Fig. 5