

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 478**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2012** **E 12196612 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016** **EP 2612747**

54 Título: **Dispositivo para la fabricación por capas de objetos tridimensionales**

30 Prioridad:

06.01.2012 DE 102012200161

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

15.02.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GREBE, MAIK;
DIEKMANN, WOLFGANG y
KREUTZ, JUERGEN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 601 478 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 fabricación por capas de objetos tridimensionales

La presente invención se refiere a un dispositivo para la fabricación por capas de objetos tridimensionales así como a un procedimiento para la fabricación por capas de objetos tridimensionales.

5 La rápida puesta a disposición de prototipos es una exigencia que en los últimos tiempos se formula con frecuencia. Los procedimientos que lo permiten se denominan como "Rapid Prototyping/Rapid Manufacturing" o también como procedimientos de fabricación aditiva. Especialmente apropiados son los procedimientos que trabajan a base de materiales en forma de polvo y en los que las estructuras deseadas se fabrican por capas mediante fusión selectiva y solidificación. Aquí se puede prescindir de construcciones de apoyo en caso de voladizos y rebajes, dado que el plano del campo de construcción que rodea a las zonas fundidas ofrece suficiente efecto de apoyo. Al mismo tiempo se evita el trabajo posterior para retirar los apoyos. Los procedimientos también están indicados para la fabricación de series pequeñas. La temperatura de la cámara de construcción se elige de modo que durante el proceso de construcción no se produzca ninguna deformación de las estructuras fabricadas por capas.

15 Un procedimiento especialmente apropiado para los fines del "Rapid-Prototyping" es el sinterizado selectivo por láser (SLS). En este procedimiento los polvos de plástico se exponen en una cámara de forma selectiva y por breve tiempo a un rayo láser, con lo que las partículas de polvo afectadas por el rayo láser se funden. Las partículas fundidas se entremezclan y se solidifican rápidamente formando una masa sólida. Mediante exposiciones repetidas de nuevas capas aplicadas se pueden fabricar por este procedimiento cuerpos tridimensionales de forma sencilla y rápida.

20 El procedimiento de sinterizado por láser (Rapid Prototyping) para la representación de cuerpos moldeados de polímeros pulverizados se describe ampliamente en las memorias de patente US 6,136,948, WO 96/06881 (ambas de DTM Corporation) y EP 1 234 625. Para esta aplicación se reivindica una pluralidad de copolímeros como, por ejemplo, poliacetato, polipropileno, polietileno, ionómeros y poliamida.

25 Otros procedimientos apropiados son el procedimiento SIV (Inhibición de unión selectiva), como se describe en el documento WO 01/38061, o un procedimiento como el que se describe en el documento EP 1015214. Ambos procedimientos trabajan con una calefacción infrarroja plana para la fusión del polvo. La selectividad de la fusión se consigue en el primer procedimiento mediante la aplicación de un inhibidor y en el segundo por medio de una máscara. Otro procedimiento se describe en el documento DE 10311438. En éste, la energía necesaria para la fusión se aporta a través de un generador de microondas, lográndose la selectividad mediante la aplicación de un susceptor. Otro procedimiento se describe en el documento WO 2005/105412, en el que la energía necesaria para la fusión se aporta a través de radiación electromagnética, consiguiéndose la selectividad aquí también por medio de la aplicación de un absorbedor.

35 El hecho de que los polvos empleados tengan que ser fluidos para poder lograr una aplicación perfecta de las capas, supone un problema en el procedimiento arriba descrito. Sólo con una aplicación perfecta de las capas se pueden fabricar objetos tridimensionales de gran calidad. Si la fluidez es insuficiente, algunas zonas del campo de construcción no se recubren o sólo se recubren de manera insuficiente con el polvo. Además se pueden producir estrías, ondas o fisuras en el lecho de polvo. Esto provoca problemas en el proceso, por lo que al final del proceso los objetos tridimensionales fabricados presentan defectos.

40 La fluidez de los polvos empleados se puede mejorar añadiendo aditivos, como se describe, por ejemplo, en el documento EP 1443073. El inconveniente de este modo de procedimiento consiste en que los aditivos añadidos forman entonces también parte componente de los objetos tridimensionales fabricados, lo que en algunos casos de aplicación de estos objetos no se desea. Por otra parte, la aportación de aditivos para aumentar la fluidez incrementa también, en la mayoría de los casos, la deformación de los objetos tridimensionales fabricados. Además, los polvos muy finos ni siquiera se vuelven más fluidos con la adición de aditivos o sólo lo hacen de forma condicionada. Sin embargo, sería deseable utilizar polvos lo más finos posible para incrementar la calidad superficial de los componentes y reducir al mínimo la tendencia a la deformación.

El objetivo de la presente invención es, por lo tanto, el de mejorar la aplicación de polvos poco fluidos en la fabricación de objetos tridimensionales.

50 Esta tarea se resuelve por medio de dispositivos según la presente invención. Un primer objeto de la presente invención es un dispositivo según la invención 1 para la fabricación por capas de objetos tridimensionales (cuerpos moldeados) que comprende una cámara de construcción (40) con una plataforma de construcción (6) de altura regulable, un dispositivo (7) para la aplicación de una capa de un material endurecible por efecto de radiación electromagnética sobre la plataforma de construcción (6), un dispositivo de irradiación que comprende una fuente de radiación (1) que emite radiación electromagnética, una unidad de control (3) y una lente (8) situada en la trayectoria de la radiación electromagnética para la irradiación de las zonas de capa correspondientes al objeto (5), realizándose el dispositivo (7) para la aplicación de una capa a modo de corredera (raqueta) cuyo canto (26) orientado hacia la capa de un material endurecible por efecto de la radiación electromagnética, denominado de aquí en adelante como polvo, (el campo de construcción), se ha configurado como recta continua y se puede mover perpendicular a la dirección de aplicación y paralelo al plano del campo de construcción. La corredera presenta, por lo tanto, entalladuras orientadas hacia el plano del campo de construcción. Las entalladuras constituyen en la

corredera zonas mediante las cuales el material endurecible se aplica por toda la superficie de la plataforma de construcción. Las entalladuras se disponen preferiblemente de forma regular.

Las "zonas correspondientes" del objeto representan respectivamente una capa del contorno dividido del objeto que mediante el control del rayo láser se sinteriza o funde paso a paso en el lecho de polvo.

- 5 Las entalladuras tienen forma de triángulo o de trapecio. Se prevén al menos dos, preferiblemente al menos cinco, con especial preferencia al menos diez entalladuras. Por medio de entalladuras rectangulares se crean correderas a modo de peine. Las entalladuras triangulares o trapeciales llevan acanaladuras cuyas puntas están orientadas en dirección del plano del campo de construcción.

10 Sorprendentemente se ha comprobado que con un dispositivo según la presente invención también se pueden aplicar polvos poco fluidos, por lo que se puede reducir la cantidad de aditivos o incluso se puede prescindir de la adición de los mismos. Resulta especialmente sorprendente que la tarea mencionada se puede resolver empleando un dispositivo (7) realizado en forma de corredera cuyo canto orientado hacia el polvo a aplicar se ha configurado como recta no continua y que se puede mover perpendicular a la dirección de aplicación y paralelo al plano del campo de construcción. Durante la aplicación del polvo el dispositivo se mueve preferiblemente de forma adicional en dirección perpendicular a la dirección de aplicación y paralela al plano del campo de construcción.

15 La figura 1 muestra la estructura principal de un dispositivo para la fabricación de objetos tridimensionales según la presente invención. El componente se posiciona en el centro del campo de construcción. Desde un láser (1) se dirige un rayo láser (2) por medio de un escáner (3) y a través de la lente (8) sobre una superficie de polvo (4) temperada e inertizada, preferiblemente inertizada con nitrógeno, del objeto (5) a crear. La misión de la lente es la de separar los restantes componentes ópticos como, por ejemplo los espejos del escáner, de la atmósfera de la cámara de construcción. Con frecuencia la lente se configura como sistema de lentes F-Theta para garantizar un foco lo más homogéneo posible por todo el campo de trabajo. Dentro de la cámara de construcción se encuentra el dispositivo de aplicación (7) para la aplicación del material a solidificar sobre la plataforma de construcción (6), realizándose el dispositivo de aplicación en forma de corredera cuyo canto orientado hacia el polvo se ha configurado como recta discontinua y se puede mover de forma perpendicular a la dirección de aplicación y paralela al plano del campo de construcción.

20 Se prefiere además que el dispositivo presente un elemento de calefacción para temperar la cámara de construcción. De este modo la cámara de construcción se puede regular, por ejemplo, a una temperatura idónea para la fabricación del objeto tridimensional.

30 En la figura 2A se representa la vista frontal de un dispositivo de aplicación tradicional según el estado de la técnica. El dispositivo de aplicación tiene la forma de embudo formado por dos difuminadores (17) y (18) unidos firmemente entre sí. La dosificación del polvo se produce desde arriba en el embudo. La parte orientada hacia el plano del campo de construcción del dispositivo de aplicación se ha realizado en forma de superficie continua (12) sin entalladuras limitada por dos cantos rectos (13) y (14). El polvo (11) se aplica sobre la capa anterior o sobre el plano del campo de construcción (10). La vista lateral de esta variante de realización se representa en la figura 2B.

35 En la figura 3A se representa la vista frontal de un dispositivo de aplicación tradicional. El dispositivo de aplicación se ha configurado a modo de simple difuminador rectangular (15) sin entalladuras que aplica una capa de polvo (24). El polvo a aplicar (16) se aplica por medio del difuminador (15) sobre la capa anterior o el plano del campo de construcción (23). El canto (25) orientado hacia el plano del campo de construcción consiste también aquí en una superficie continua. La vista lateral se representa en la figura 3B. El polvo se puede aplicar en esta variante de realización tanto desde abajo como desde arriba.

40 En la figura 4A se representa la vista frontal de un dispositivo de aplicación. El dispositivo de aplicación se ha configurado a modo de simple difuminador (19) que aplica una capa de polvo (22). El polvo a aplicar (20) se aplica por medio del difuminador (19) sobre la capa anterior o el plano del campo de construcción (21). Al contrario que en el estado de la técnica, el canto orientado hacia el plano del campo de construcción del difuminador (26) no se ha configurado como recta continua, tal como se puede ver en la vista lateral representada en la figura 4B. El porcentaje de las zonas entalladas asciende preferiblemente, como máximo, al 70 % y, como mínimo, al 30 % de la longitud total del canto orientado hacia el plano del campo de construcción. Con preferencia el porcentaje de las zonas entalladas oscila entre el 40 % y el 60 %. El porcentaje de las zonas entalladas varía con especial preferencia entre el 45 % y el 55 %. El dispositivo se apoya de manera que el dispositivo pueda realizar un movimiento vibratorio de traslación cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción. El polvo se puede aplicar en esta variante de realización tanto desde abajo como desde arriba.

45 El difuminador se puede fabricar, por ejemplo de un material metálico o sintético. Se emplea preferiblemente un material que durante la aplicación del polvo no se desvía de forma reversible y que, por lo tanto, no es elástico.

50 En la figura 5A se representa la vista frontal de otra variante de realización según la invención. El dispositivo de aplicación se ha configurado a modo de simple difuminador (27) que aplica una capa de polvo (30). El polvo a aplicar (28) se aplica por medio del difuminador (27) sobre la capa anterior o el plano del campo de construcción (29). Al contrario que en el estado de la técnica, el difuminador no se ha configurado como superficie plana rectangular, es decir, el dispositivo de aplicación presenta preferiblemente al menos dos, en especial al menos cinco acanaladuras

60

- (31). Debido a esta configuración, el canto orientado hacia el plano del campo de construcción del difuminador tampoco se ha realizado como recta. En la vista en planta representada en la figura 5B se puede ver esta forma de realización. El ángulo en las puntas de las acanaladuras (31) es convenientemente menor que 150°. Con preferencia este ángulo es menor que 120°. Con especial preferencia este ángulo es menor que 90°. La distancia de las puntas de las acanaladuras es preferiblemente, como mínimo, de 3 mm y, como máximo, de 50 mm. El dispositivo se apoya de manera que el dispositivo pueda realizar un movimiento vibratorio de traslación, cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción.
- En las figuras 6A, 6B y 6C se representan la vista frontal, la vista lateral y la vista en planta de otra variante de realización según la invención. El dispositivo de aplicación se ha configurado a modo de difuminador (32) que aplica una capa de polvo (35). El polvo a aplicar (33) se aplica por medio del difuminador (32) sobre la capa anterior o el plano del campo de construcción (34). En esta variante de realización, la variante representada en las figuras 4A y 4B se combina con la variante de realización representada en las figuras 5A y 5B. El dispositivo se apoya de manera que el dispositivo pueda realizar un movimiento vibratorio de traslación, cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción.
- Para una mejor aplicación del polvo se pueden combinar varias de las variantes de realización descritas hasta ahora. Las entalladuras de los difuminadores dispuestos en serie se deben configurar de modo que se pueda preparar un lecho de polvo continuo. En este caso se puede prescindir de un movimiento vibratorio del dispositivo.
- Otra variante de realización se representa en las figuras 7A (vista frontal) y 7B (vista lateral). El polvo se aplica por medio de varias filas (38) de alambres (39).
- La calidad de la capa aplicada se puede aumentar adicionalmente alisando el plano del campo de construcción por medio de un rodillo o difuminador después de la aplicación del polvo con ayuda del dispositivo según la invención. El rodillo o difuminador pueden ser de materiales metálicos, cerámicos y plásticos resistentes a altas temperaturas. Materiales plásticos resistentes a altas temperaturas apropiados son, por ejemplo, poliimididas, poliariletercetonas, polifenolsulfuros, poliarilsulfonas o fluoropolímeros.
- En otra variante de realización, el dispositivo para la fabricación por capas de objetos tridimensionales puede comprender adicionalmente un generador de vibraciones que hace vibrar una plataforma de construcción (6) para aumentar así la densidad del polvo esparcido.
- Para la aplicabilidad del polvo resulta ventajoso que el polvo a aplicar se ahueque periódicamente. Esto se puede llevar a cabo por medio de un movimiento rotatorio o traslatorio de un dispositivo adecuado a través del polvo a aplicar. El movimiento se puede producir durante la aplicación del polvo o incluso durante el proceso de dosificación. Gracias a esta medida se evita la formación de grumos en el polvo a aplicar.
- Precisamente los polvos finos de mala o nula fluencia tienden a adherirse a un dispositivo para la aplicación de polvo según el estado de la técnica. Estas adherencias provocan después, durante la aplicación del polvo, estrías en el campo de construcción. Las adherencias se pueden eliminar por medio de un rascador, por ejemplo de un cepillo. El experto en la materia conoce estos raspadores. El dispositivo para la aplicación de polvo pasa por encima del rascador, con lo que se eliminan las adherencias que caen en un rebosadero. El material del rascador debe elegirse de manera que quede garantizada una fuerza suficiente para la eliminación de las adherencias del dispositivo para la aplicación de polvo, sin que el dispositivo para la aplicación de polvo sufra daños. El rascador puede ser, por ejemplo, de plástico o de metal.
- También es objeto de la presente invención un procedimiento según la reivindicación 5 para la fabricación de objetos tridimensionales, aplicándose el polvo por medio de un dispositivo de aplicación según la invención (7) y actuando sobre el polvo durante la aplicación de polvo, además de la fuerza en dirección de aplicación, una fuerza adicional orientada de forma perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralela al plano del campo de construcción. Se prefieren especialmente procedimientos para la fabricación por capas de objetos tridimensionales, ejecutándose el procedimiento en un dispositivo que comprende una cámara de construcción (10) con una plataforma de construcción (6) de altura regulable, un dispositivo (7) para la aplicación de una capa de un polvo endurecible por el efecto de radiación electromagnética sobre la plataforma de construcción (6), un dispositivo de irradiación que comprende una fuente de radiación (1) que emite radiación electromagnética, una unidad de control (3) y una lente (8) situada en la trayectoria de la radiación electromagnética, para la irradiación de zonas de la capa correspondientes al objeto (5), actuando sobre el polvo durante la aplicación de polvo, además de la fuerza en dirección de aplicación, una fuerza adicional orientada de forma perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralela al plano del campo de construcción.
- El procedimiento señalado está especialmente indicado para la aplicación de polvos de polímero de fluencia mala o nula o muy finos.
- A continuación se describen más detalladamente los procedimientos con los que se pueden fabricar, a partir de polvo, piezas moldeadas, sin pretender que la invención se limite a los mismos.
- En principio, todos los polvos de polímero conocidos por el experto en la materia son aptos para su empleo en el dispositivo según la invención o en el procedimiento según la invención. Especialmente apropiados son materiales termoplásticos y termoelásticos como, por ejemplo, polietileno (PE, HDPE, LDPE), polipropileno (PP), poliamida,

poliésteréster, poliésteréster, polifenilenéter, poliacetales, polialquilentereftalatos, especialmente polietilentereftalato (PET) y polibutilentereftalato (PBT), polimetilmetacrilato (PMMA), polivinilacetato, policloruro de vinilo (PVC), polifenilenoóxido (PPO), polioximetileno (POM), poliestirol (PS), acrilnitrilo-butadieno-estiro (ABS), policarbonatos (PC), poliétersulfonas, poliuretanos termoplásticos (TPU), poliarilétercetonas, especialmente poliéterétercetonas (PEEK), poliétercetonacetona (PEKK), poliétercetonas (PEK), poliéterétercetonacetona (PEEKK), poliariléteréterétercetonas (PEEEK), poliétercetonaeétercetonacetona (PEKEKK), polietirimidas (PEI), poliarilensulfuros, especialmente polifenilensulfuro (PPS), poliimididas termoplásticas (PI), poliamidimididas (PAI), polivinilideno fluoruros, así como copolímeros de estos termoplásticos como, por ejemplo, una poliarilétercetonas (PAEK) / copolímero poliariléter sulfona (PAES), mezclas y/o "poliblands". Un polvo de polímero especialmente preferido contiene o se compone de poliamida, especialmente PA6, PA66, PA610, PA613, PA1010, PA106, PA11, PA12, PA1012, PA1013 o mezclas de las mismas.

Además son apropiados polvos metálicos que contienen o se componen, por ejemplo, de hierro, titanio o aluminio, o polvos cerámicos. Con preferencia se emplean polvos de polímeros.

Durante el funcionamiento se elaboran y guardan en primer lugar, por regla general en un ordenador y sobre la base de un programa de construcción o similar, datos acerca de la forma del objeto (5) a fabricar. Estos datos se preparan para la fabricación del objeto de manera que el objeto se divida en una pluralidad de capas horizontales y, en comparación con las dimensiones del objeto, finas, proporcionándose los datos de forma, por ejemplo en forma de conjuntos de datos, por ejemplo datos CAD, para cada una de esta pluralidad de capas. La elaboración y preparación de los datos para cada capa se pueden llevar a cabo antes de la fabricación o simultáneamente con la fabricación de cada capa.

A continuación la plataforma de construcción (6) se eleva por medio del dispositivo de regulación de altura hasta la posición más alta en la que la superficie de la plataforma de construcción (6) se encuentra al mismo nivel que la superficie de la cámara de construcción, bajándola después en la medida del grosor previsto de la primera capa de material, de modo que dentro de la sección creada se forme una zona hundida limitada lateralmente por las paredes de la sección y abajo por la superficie de la plataforma de construcción (6). Por medio del dispositivo de aplicación (7) se aplica una primera capa del material a solidificar, con el grosor de capa previsto, en la cavidad o zona ahondada formada en la plataforma de construcción (6), calentándola en su caso con ayuda de una calefacción a una temperatura de trabajo apropiada, por ejemplo de 100 °C a 360 °C, preferiblemente de 120 °C a 200 °C. A continuación la unidad de control (3) maneja el dispositivo de desviación de modo que el rayo de luz desviado (2) incida sucesivamente en todos los puntos de la capa, sinterizando o fusionando allí el material. De este modo se puede formar en primer lugar una capa de fondo sólida. En un segundo paso, la plataforma de construcción (6) se baja por medio del dispositivo de regulación de altura en la medida de un grosor de capa, aplicando con ayuda del dispositivo de aplicación (7) en la zona hundida así creada dentro de la sección una segunda capa de material, calentada en su caso a su vez mediante la calefacción.

En una variante de realización, la unidad de control (3) puede controlar el dispositivo de desviación de manera que el rayo de luz desviado (2) sólo incida en la zona de la capa de material adyacente a la superficie interior de la sección, endureciendo allí la capa de material por sinterización, con lo que se forma una primera capa de pared, por ejemplo anular, con un grosor de pared de aproximadamente 2 a 10 mm, que rodea por completo al material pulverizado restante de la capa. Por consiguiente, esta parte del sistema de control constituye en cada capa un dispositivo para la conformación de una pared de recipiente que rodea al objeto a crear (5) junto con la formación del objeto.

Después del descenso de la plataforma de construcción (6) en la medida del grosor de capa de la siguiente capa, de la aplicación del material y del calentamiento en la misma forma que antes, se puede iniciar la fabricación del objeto (5) en sí. Con esta finalidad la unidad de control (3) controla el dispositivo de desviación de modo que el rayo de luz desviado (2) incida en las zonas de la capa que se tienen que solidificar de acuerdo con las coordenadas del objeto a fabricar (5) guardadas en la unidad de control. Con las demás capas se procede de forma análoga. En caso de desear la fabricación de una zona de pared anular en forma de pared de recipiente que rodee al objeto junto con el material restante no sinterizado y que durante el descenso de la plataforma de construcción (6) por debajo de la mesa de trabajo evite una salida del material, se aplica por sinterización en cada capa de objeto, por medio del dispositivo, una capa de pared anular sobre la capa de pared anular situada por debajo. Se puede prescindir de la conformación de la pared si se emplea un recipiente de recambio según el documento EP 1037739 o un recipiente instalado de forma fija.

Después del enfriamiento el objeto formado se puede extraer del dispositivo.

Otro objeto de la presente invención es el empleo según la reivindicación 7 de polvos de polímeros para la fabricación por capas de objetos tridimensionales con un tamaño medio de grano d50 de menos de 50 µm que, según DIN EN ISO 6186 (procedimiento A, diámetro de caudal 15 mm) no son fluidos. Se prefiere un polvo de polímero con un valor d50 inferior a 35 µm que, según DIN EN ISO 6186, no es fluido. Se prefiere especialmente un polvo de polímero con un valor d50 inferior a 20 µm que, según DIN EN ISO 6186, no es fluido.

El valor d50 se mide por medio del Malvern Mastersizer 2000 (medición en seco, 20 – 40 g de polvo añadidos mediante el dispersor en seco Scirocco. La tasa de aportación de la acanaladura vibratoria es del 70 % y la presión del aire de dispersión es de 3 bar. El tiempo de medición de la muestra es de 5 segundos (5000 mediciones individuales), el índice de refracción y el valor de luz azul se fijan en 1,52. Evaluación a través de la teoría Mie).

La exactitud dimensional de los objetos tridimensionales se puede incrementar mediante el empleo de un polvo de polímero que presente al menos una superficie BET según ISO 9277 de 6 m²/g. Se considera especialmente ventajoso el empleo de un polvo de polímero con una superficie BET según ISO 9277 de al menos 8 m²/g. Especialmente ventajoso es el empleo de un polvo de polímero con una superficie BET según ISO 9277 de al menos 10 m²/g.

La superficie BET se mide en el marco de la presente invención según ISO 9277, empleando un Micromeritics TriStar 3000 por adsorción gaseosa de nitrógeno en un procedimiento volumétrico discontinuo: 7 puntos de medición con presiones relativas P/P0 entre aprox. 0,05 y aprox. 0,20, calibrado del volumen muerto por medio de He (99,996 %), preparación de muestra 1 h a 23 °C + 16 h a 80 °C al vacío, superficie específica referida a la muestra desgasificada. La evaluación se lleva a cabo mediante determinación de múltiples puntos.

Los materiales termoplásticos y termoelásticos antes citados son polvos de polímero adecuados.

El experto en la materia conoce los procesos de fabricación de un polvo de polímero según la invención. A modo de ejemplo se pueden citar el secado por pulverización, la pulverización de fusión, la polimerización aniónica o la molturación en frío. Un procedimiento especialmente apropiado para la fabricación de polvos según la presente invención es la precipitación. En este caso el polímero se disuelve en un disolvente apropiado y después se separa por cristalización.

Lista de referencias:

- | | | |
|----|----|--|
| | A | Dispositivo para la fabricación de objetos tridimensionales (Fig. 1) |
| 20 | 1 | Fuente de radiación, láser |
| | 2 | Rayo láser |
| | 3 | Escáner |
| | 4 | Superficie de polvo |
| | 5 | Objeto a crear |
| 25 | 6 | Plataforma de construcción |
| | 7 | Dispositivo para la aplicación de una capa de un material endurecible por efecto de radiación electromagnética |
| | 8 | Lente |
| | 9 | Recipiente rebosadero |
| 30 | 40 | Cámara de construcción |
| | B | Dispositivo de aplicación (estado de la técnica; Fig. 2A, 2B) |
| | 10 | Plano del campo de construcción |
| | 11 | Polvo (a aplicar) |
| 35 | 12 | Superficie continua sin entalladuras |
| | 13 | Primer canto recto |
| | 14 | Segundo canto recto |
| | 17 | Difuminador |
| | 18 | Difuminador |
| 40 | 19 | Canto orientado hacia el plano del campo de construcción |
| | C | Dispositivo de aplicación (estado de la técnica; Fig. 3A, 3B) |
| | 15 | Difuminador |
| | 16 | Polvo (a aplicar) |
| 45 | 23 | Plano del campo de construcción |
| | 24 | Polvo (a aplicar) |
| | 25 | Canto orientado hacia el plano del campo de construcción |

- D Dispositivo de aplicación (Fig. 4A, 4B)
- 19 Difuminador
- 20 Polvo (a aplicar)
- 5 21 Plano del campo de construcción
- 22 Capa polvo
- 26 Canto del difuminador
-
- E Dispositivo de aplicación según la invención (Fig. 5A, 5B)
- 10 26 Canto del difuminador
- 27 Difuminador
- 28 Polvo (a aplicar)
- 29 Plano del campo de construcción
- 30 Capa polvo
- 15 31 Acanaladuras
-
- F Dispositivo de aplicación según la invención (Fig. 6A- 6C)
- 26 Canto del difuminador
- 32 Difuminador
- 20 33 Polvo (a aplicar)
- 34 Plano del campo de construcción
- 35 Capa polvo
- 36 Acanaladuras
-
- 25 G Dispositivo de aplicación según la invención (Fig. 7A, 7B)
- 26 Canto del difuminador
- 38 Filas de alambres
- 39 Alambres
-
- 30 A continuación la presente invención se explica con mayor detalle a la vista de ejemplos. De forma análoga se pueden conseguir variantes de realización alternativas de la presente invención.

Ejemplos:

35 A no ser que se indique lo contrario, los ejemplos se van procesando de acuerdo con la siguiente descripción. La cámara de construcción se precaliente durante 180 min. a una temperatura en 20 °C inferior a la temperatura de proceso. A continuación la temperatura en la cámara de construcción se aumenta hasta la temperatura de proceso. La distribución de la temperatura en la cámara de construcción no siempre es homogénea, por lo que la temperatura medida por medio de pirómetro se define como temperatura de cámara de construcción/proceso. Antes de la primera exposición se aplican 40 capas de polvo con un grosor de capa de respectivamente 150 µm. Desde el láser

40 (1) el rayo láser (2) se dirige mediante un sistema de escáner (3), a través de la lente (8), al plano del campo de construcción (4) temperado e inertizado (N₂). La lente configura como sistema de lentes F-Theta para garantizar un foco lo más homogéneo posible por todo el campo de trabajo.

45 El componente a exponer se posiciona en el centro del campo de construcción. Una superficie cuadrada con una longitud de cantos de 50 mm se funde por medio del láser. Después se baja la plataforma de construcción (6) en 0,15 mm y se aplica, por medio de un dispositivo de aplicación tradicional o de la corredera (7) según la invención, una nueva capa de polvo a una velocidad de 100 mm/s. A continuación se sinterizan las zonas correspondientes con láser. Estos pasos se repiten hasta formar un componente tridimensional (5) de 50 mm de altura. Finalizada la

exposición se aplican otras 40 capas antes de desconectar los elementos de calefacción e iniciar la fase de enfriamiento. El tiempo necesario respectivamente para una capa es durante todo el proceso de construcción inferior a los 40 s.

5 Después de la fase de enfriamiento de al menos 12 horas el componente se extrae y se limpia para quitar el polvo adherido.

Ejemplo 1 (no conforme a la invención)

10 El proceso de construcción se ejecuta en un equipo EOSINT P360 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PA12 con los valores característicos de la tabla 1. El polvo se aplica con el dispositivo de recubrimiento del EOSINT P360, tal como se representa en la figura 2. La calidad de las capas de polvo aplicadas es mala. Se detectan estrías en el campo de construcción. En algunas zonas del plano del campo de construcción no se aplica polvo o se aplica demasiado poco polvo. La temperatura de proceso es de 169 °C. Los parámetros de exposición son: potencia del láser 19,0 W, velocidad de escaneado: 1100 mm/s, distancia de líneas de exposición 0,3 mm. El objeto tridimensional fabricado presenta fuertes defectos superficiales.

15

Ejemplo 2 (no conforme a la invención)

20 El proceso de construcción se ejecuta en un equipo EOSINT P380 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PA12 con los valores característicos de la tabla 1. El polvo se aplica con el dispositivo de recubrimiento del EOSINT P380, tal como se representa en la figura 2. La calidad de las capas de polvo aplicadas es mala. Se detectan estrías en el campo de construcción. En algunas zonas del plano del campo de construcción no se aplica polvo o se aplica demasiado poco polvo. La temperatura de proceso es de 170 °C. Los parámetros de exposición son: potencia del láser 36,0 W, velocidad de escaneado: 2000 mm/s, distancia de líneas de exposición 0,3 mm. El objeto tridimensional fabricado presenta fuertes defectos superficiales.

25 Ejemplo 3 (no conforme a la invención)

30 El proceso de construcción se ejecuta en un equipo FORMIGA de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PA12 con los valores característicos de la tabla 1. El polvo se aplica según el estado de la técnica con el dispositivo de recubrimiento del FORMIGA, tal como se representa en la figura 3A/3B. La calidad de las capas de polvo aplicadas es mala. Se detectan estrías en el campo de construcción. En grandes zonas del plano del campo de construcción no se aplica polvo o se aplica demasiado poco polvo. La fabricación de un objeto tridimensional no es posible. La temperatura de proceso es de 166 °C.

Ejemplo 4 (no conforme a la invención)

35 El proceso de construcción se ejecuta en un equipo EOSINT P360 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PP con los valores característicos de la tabla 3. El polvo se aplica con el dispositivo de recubrimiento del EOSINT P360, tal como se representa en la figura 2. La calidad de las capas de polvo aplicadas es mala. Se detectan profundas estrías en el campo de construcción. En algunas zonas del plano del campo de construcción no se aplica polvo o se aplica demasiado poco polvo. La temperatura de proceso es de 123 °C. La fabricación de un objeto tridimensional no es posible.

40

Ejemplo 5 (no conforme a la invención)

45 El proceso de construcción se ejecuta en un equipo EOSINT P360 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PEEK con los valores característicos de la tabla 4. El polvo se aplica con el dispositivo de recubrimiento del EOSINT P360, tal como se representa en la figura 2. La temperatura de proceso es de 199 °C. La calidad de las capas de polvo aplicadas es mala o no se puede aplicar ninguna capa de polvo continua.

Ejemplo 6

50 El ensayo se realiza en la cámara de construcción de un EOSINT P360 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PA12 con los valores característicos de la tabla 1. La temperatura de proceso es de 169 °C. El polvo se aplica con un dispositivo en el que se han montado en serie 4 difuminadores a una distancia de 10 mm. La geometría de los distintos difuminadores se muestra en la figura 4A/4B. Las entalladuras tienen una anchura de respectivamente 10 mm. El porcentaje de zonas entalladas es del 50 %. El dispositivo realiza un movimiento vibratorio de traslación con una amplitud de 4 mm y una frecuencia de 10 Hz, cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción, con lo que se garantiza una distribución uniforme del polvo. El polvo se puede aplicar sin problemas. El plano del campo de construcción se

55

cubre por completo. Los parámetros de exposición son: potencia del láser 36,0 W, velocidad de escaneado: 2000 mm/s, distancia de líneas de exposición 0,3 mm. El objeto tridimensional fabricado no presenta defectos superficiales.

5 Ejemplo 7 (conforme a la invención)

El ensayo se realiza en la cámara de construcción de un EOSINT P360 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PA12 con los valores característicos de la tabla 1. La temperatura de proceso es de 169 °C. El polvo se aplica con un dispositivo cuya geometría se representa en la figura 5A/5B. El ángulo de las puntas de las acanaladuras es de 90°. El dispositivo realiza un movimiento vibratorio de traslación con una amplitud de 1 mm y una frecuencia de 100 Hz, cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción. El polvo se puede aplicar sin problemas. El plano del campo de construcción se cubre por completo. Los parámetros de exposición son: potencia del láser 36,0 W, velocidad de escaneado: 2000 mm/s, distancia de líneas de exposición 0,3 mm. El objeto tridimensional fabricado no presenta defectos superficiales.

15

Ejemplo 8 (conforme a la invención)

El ensayo se realiza en la cámara de construcción de un EOSINT P360 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PA12 con los valores característicos de la tabla 1. La temperatura de proceso es de 169 °C. El polvo se aplica con un dispositivo en el que se han montado en serie 2 difuminadores a una distancia de 25 mm. Detrás de los difuminadores se ha montado un rodillo de acero (diámetro 25 mm) para alisar el plano del campo de construcción. La geometría de los distintos difuminadores se muestra en la figura 6A/6B/6C. Las entalladuras tienen una anchura de respectivamente 12 mm. El porcentaje de zonas entalladas es del 55 %. El ángulo de las puntas de las acanaladuras es de 80°. El dispositivo realiza un movimiento vibratorio de traslación con una amplitud de 4 mm y una frecuencia de 20 Hz, cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción. El polvo se puede aplicar sin problemas. El plano del campo de construcción se cubre por completo. Los parámetros de exposición son: potencia del láser 36,0 W, velocidad de escaneado: 2000 mm/s, distancia de líneas de exposición 0,3 mm. El objeto tridimensional fabricado no presenta defectos superficiales.

30 Ejemplo 9 (conforme a la invención)

El ensayo se realiza en la cámara de construcción de un EOSINT P360 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PA12 con los valores característicos de la tabla 1. La temperatura de proceso es de 169 °C. El polvo se aplica con un dispositivo a modo de peine, como el que se representa en la Fig. 7A/7B. El dispositivo consta de 10 filas (distancia entre filas 3 mm) de púas de latón (longitud de púas 20 mm, diámetro 1 mm, 60 púas por 100 mm de longitud). El dispositivo realiza un movimiento vibratorio de traslación con una amplitud de 2 mm y una frecuencia de 100 Hz, cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción. El polvo se puede aplicar sin problemas. El plano del campo de construcción se cubre por completo. Los parámetros de exposición son: potencia del láser 36,0 W, velocidad de escaneado: 2000 mm/s, distancia de líneas de exposición 0,3 mm. El objeto tridimensional fabricado no presenta defectos superficiales.

Ejemplo 10 (conforme a la invención)

El ensayo se realiza en la cámara de construcción de un EOSINT P360 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PA6 con los valores característicos de la tabla 2. El polvo se aplica con un dispositivo a modo de peine, como el que se representa en la Fig. 7A/7B. El dispositivo consta de 8 filas (distancia entre filas 3 mm) de púas de latón (longitud de púas 20 mm, diámetro 1 mm, 60 púas por 100 mm de longitud). El dispositivo realiza un movimiento vibratorio de traslación con una amplitud de 1 mm y una frecuencia de 200 Hz, cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción. El polvo se puede aplicar sin problemas. El plano del campo de construcción se cubre por completo. La temperatura de proceso es de 199 °C. Los parámetros de exposición son: potencia del láser 36,0 W, velocidad de escaneado: 2000 mm/s, distancia de líneas de exposición 0,3 mm. El objeto tridimensional fabricado no presenta defectos superficiales.

Ejemplo 11 (conforme a la invención)

El ensayo se realiza en la cámara de construcción de un EOSINT P360 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PP con los valores característicos de la tabla 3. La temperatura de proceso es de 123 °C. El polvo se aplica con un dispositivo en el que se han montado en serie 3 difuminadores a una distancia de 20 mm. La geometría de

5 los primeros dos difuminadores se muestra en la figura 6A/6B/6C. El tercer difuminador se ha realizado conforme a la Fig. 5A/5B. Las entalladuras de los primeros dos difuminadores tienen una anchura de respectivamente 12 mm. El porcentaje de zonas entalladas es del 55 %. El ángulo de las puntas de las acanaladuras es de 80°. El dispositivo realiza un movimiento vibratorio de traslación con una amplitud de 2 mm y una frecuencia de 50 Hz, cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción. El polvo se puede aplicar sin problemas. El plano del campo de construcción se cubre por completo. Los parámetros de exposición son: potencia del láser 36,0 W, velocidad de escaneado: 2000 mm/s, distancia de líneas de exposición 0,3 mm. El objeto tridimensional fabricado no presenta defectos superficiales.

10 Ejemplo 12 (conforme a la invención)

15 El ensayo se realiza en la cámara de construcción de un EOSINT P360 de la compañía EOS GmbH. Se emplea un polvo PEEK con los valores característicos de la tabla 4. La temperatura de proceso es de 199 °C. El polvo se aplica con un dispositivo en el que se han montado en serie 3 difuminadores a una distancia de 20 mm. La geometría de los primeros dos difuminadores se muestra en la figura 6A/6B/6C. El tercer difuminador se ha realizado conforme a la Fig. 5A/5B. Las entalladuras de los primeros dos difuminadores tienen una anchura de respectivamente 12 mm. El porcentaje de zonas entalladas es del 55 %. El ángulo de las puntas de las acanaladuras es de 80°. El dispositivo realiza un movimiento vibratorio de traslación con una amplitud de 5 mm y una frecuencia de 40 Hz, cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción. El polvo se puede aplicar sin problemas. El plano del campo de construcción se cubre por completo.

20

ES 2 601 478 T3

	Valor	Unidad	Tipo / Equipo / Parámetros de ensayo
Polímero	Poliamida 12		
Densidad esparcimiento	0,355	g/cm ³	DIN EN ISO 60
Tamaño de grano d50	18	µm	Malvern Mastersizer 2000, medición en seco, 20 – 40 g de polvo añadidos mediante el dispersor en seco Scirocco. Tasa de aportación de la acanaladura vibratoria 70 %, presión del aire de dispersión 3 bar. Tiempo de medición de la muestra 5 segundos (5000 mediciones individuales), índice de refracción y valor de luz azul se fijan en 1,52. Evaluación a través de teoría Mie.
Tamaño de grano d10	11	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
Tamaño de grano d90	38	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
<10,48µm	9	%	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
Fluencia	No fluye en condiciones de ensayo	s	DIN EN ISO 6186, Procedimiento A, diámetro salida boquilla 15mm
Viscosidad de disolución	1,53	-	ISO 307, Schott AVS Pro, disolvente m-Kresol ácido, procedimiento volumétrico, determinación doble, temperatura solución 100°C, tiempo solución 2h, concentración polímero 5g/l, temperatura medición 25°C
BET (Superficie específica)	10,2	m ² /g	ISO 9277, Micromeritics TriStar 3000, adsorción gaseosa de nitrógeno, procedimiento volumétrico discontinuo, 7 puntos de medición con presiones relativas P/P0 entre aprox. 0,05 y aprox. 0,20, calibrado del volumen muerto mediante He(99,996 %), preparación de muestra 1 h a 23°C + 16 h a 80°C al vacío, superficie específica referida a muestra desgasificada, evaluación mediante determinación de múltiples puntos
Punto de fusión 1. Calentamiento	182	°C	DIN 53765 DSC 7 de Perkin Elmer Índice calef./enfriam. 20K/min
Temp. recristalización	139	°C	DIN 53765 DSC 7 de Perkin Elmer Índice calef./enfriam. 20K/min
Acondicionam. de material	Material se almacena antes del procesamiento/análisis durante 24h a 23°C y 50% de humedad del aire		

Tabla 1 Valores característicos del polvo PA12

ES 2 601 478 T3

	Valor	Unidad	Tipo / Equipo / Parámetros de ensayo
Polímero	Poliamida 6		
Densidad esparcimiento	0,361	g/cm ³	DIN EN ISO 60
Tamaño de grano d50	30	µm	Malvern Mastersizer 2000, medición en seco, 20 – 40 g de polvo añadidos mediante el dispersor en seco Scirocco. Tasa de aportación de la acanaladura vibratoria 70 %, presión del aire de dispersión 3 bar. Tiempo de medición de la muestra 5 segundos (5000 mediciones individuales), índice de refracción y valor de luz azul se fijan en 1,52. Evaluación a través de teoría Mie.
Tamaño de grano d10	12	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
Tamaño de grano d90	52	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
<10,48µm	7	%	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
Fluencia	No fluye en condiciones de ensayo	s	DIN EN ISO 6186, Procedimiento A, diámetro salida boquilla 15mm
Viscosidad de disolución	1,62	-	ISO 307, Schott AVS Pro, disolvente ácido sulfúrico, procedimiento volumétrico, determinación doble, temperatura solución 100°C, tiempo solución 2h, concentración polímero 5g/l, temperatura medición 25°C
BET (Superficie específica)	6,5	m ² /g	ISO 9277, Micromeritics TriStar 3000, adsorción gaseosa de nitrógeno, procedimiento volumétrico discontinuo, 7 puntos de medición con presiones relativas P/P0 entre aprox. 0,05 y aprox. 0,20, calibrado del volumen muerto mediante He(99,996 %), preparación de muestra 1 h a 23°C + 16 h a 80°C al vacío, superficie específica referida a muestra desgasificada, evaluación mediante determinación de múltiples puntos
Punto de fusión 1. Calentamiento	217	°C	DIN 53765 DSC 7 de Perkin Elmer Índice calef./enfriam. 20K/min
Temp. recristalización	168	°C	DIN 53765 DSC 7 de Perkin Elmer Índice calef./enfriam. 20K/min
Acondicionam. de material	Material se almacena antes del procesamiento/análisis durante 24h a 23°C y 50% de humedad del aire		

Tabla 2 Valores característicos del polvo PA6

ES 2 601 478 T3

	Valor	Unidad	Tipo / Equipo / Parámetros de ensayo
Polímero	Polipropileno		
Densidad esparcimiento	0,358	g/cm ³	DIN EN ISO 60
Tamaño de grano d50	31	µm	Malvern Mastersizer 2000, medición en seco, 20 – 40 g de polvo añadidos mediante el dispersor en seco Scirocco. Tasa de aportación de la acanaladura vibratoria 70 %, presión del aire de dispersión 3 bar. Tiempo de medición de la muestra 5 segundos (5000 mediciones individuales), índice de refracción y valor de luz azul se fijan en 1,52. Evaluación a través de teoría Mie.
Tamaño de grano d10	19	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
Tamaño de grano d90	43	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
<10,48µm	1	%	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
Fluencia	No fluye en condiciones de ensayo	s	DIN EN ISO 6186, Procedimiento A, diámetro salida boquilla 15mm
BET (Superficie específica)	0,4	m ² /g	ISO 9277, Micromeritics TriStar 3000, adsorción gaseosa de nitrógeno, procedimiento volumétrico discontinuo, 7 puntos de medición con presiones relativas P/P0 entre aprox. 0,05 y aprox. 0,20, calibrado del volumen muerto mediante He(99,996 %), preparación de muestra 1 h a 23°C + 16 h a 80°C al vacío, superficie específica referida a muestra desgasificada, evaluación mediante determinación de múltiples puntos
Punto de fusión 1. Calentamiento	139	°C	DIN 53765 DSC 7 de Perkin Elmer Índice calef./enfriam. 20K/min
Temp. recristalización	97	°C	DIN 53765 DSC 7 de Perkin Elmer Índice calef./enfriam. 20K/min
Acondicionam. de material	Material se almacena antes del procesamiento/análisis durante 24h a 23°C y 50% de humedad del aire		

Tabla 3 Valores característicos del polvo de polipropileno

ES 2 601 478 T3

	Valor	Unidad	Tipo / Equipo / Parámetros de ensayo
Polímero	PEEK		
Densidad esparcimiento	0,261	g/cm ³	DIN EN ISO 60
Tamaño de grano d50	19	µm	Malvern Mastersizer 2000, medición en seco, 20 – 40 g de polvo añadidos mediante el dispersor en seco Scirocco. Tasa de aportación de la acanaladura vibratoria 70 %, presión del aire de dispersión 3 bar. Tiempo de medición de la muestra 5 segundos (5000 mediciones individuales), índice de refracción y valor de luz azul se fijan en 1,52. Evaluación a través de teoría Mie.
Tamaño de grano d10	10	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
Tamaño de grano d90	37	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
<10,48µm	10	%	Malvern Mastersizer 2000, parámetro ver tamaño de grano d50
Fluencia	No fluye en condiciones de ensayo	s	DIN EN ISO 6186, Procedimiento A, diámetro salida boquilla 15mm
Viscosidad de disolución	1,61	-	ISO 307, Schott AVS Pro, disolvente ácido sulfúrico, procedimiento volumétrico, determinación doble, temperatura solución 100°C, tiempo solución 2h, concentración polímero 5g/l, temperatura medición 25°C
BET (Superficie específica)	28	m ² /g	ISO 9277, Micromeritics TriStar 3000, adsorción gaseosa de nitrógeno, procedimiento volumétrico discontinuo, 7 puntos de medición con presiones relativas P/P0 entre aprox. 0,05 y aprox. 0,20, calibrado del volumen muerto mediante He(99,996 %), preparación de muestra 1 h a 23°C + 16 h a 80°C al vacío, superficie específica referida a muestra desgasificada, evaluación mediante determinación de múltiples puntos
Punto de fusión 1. Calentamiento	336	°C	DIN 53765 DSC 7 de Perkin Elmer Índice calef./enfriam. 20K/min
Temp. recristalización	283	°C	DIN 53765 DSC 7 de Perkin Elmer Índice calef./enfriam. 20K/min
Acondicionam. de material	Material se almacena antes del procesamiento/análisis durante 24h a 23°C y 50% de humedad del aire		

Tabla 4 Valores característicos del polvo PEEK

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la fabricación por capas de objetos tridimensionales que comprende una cámara de construcción (40) con una plataforma de construcción (6) de altura regulable, un dispositivo (7) para la aplicación de una capa de un material endurecible por efecto de radiación electromagnética sobre la plataforma de construcción (6), un dispositivo de irradiación que comprende una fuente de radiación (1) que emite radiación electromagnética, una unidad de control (3) y una lente (8) situada en la trayectoria de la radiación electromagnética para la irradiación de las zonas de la capa correspondientes al objeto (5), configurándose el dispositivo (7) para la aplicación de una capa en forma de raqueta cuyo canto (26) orientado hacia la capa de un material endurecible por efecto de la radiación electromagnética presente entalladuras y que se puede mover de forma perpendicular a la dirección de aplicación y paralela al plano del campo de construcción, caracterizado por que el dispositivo de aplicación (7) presenta al menos dos acanaladuras, configurándose las acanaladuras como puntas y siendo el ángulo en las puntas de las acanaladuras como máximo de 150° y teniendo las entalladuras una forma triangular o trapezoidal y formando las mismas acanaladuras triangulares orientadas con sus puntas en dirección del plano del campo de construcción.
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que el porcentaje de las entalladuras en el canto orientado hacia el polvo es, como mínimo, del 30 % y, como máximo, del 70 % referido a la longitud total del canto orientado hacia el plano del campo de construcción.
- 15 3. Dispositivo según una o varias de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por combinarse entre sí varios dispositivos de aplicación (7).
- 20 4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de aplicación (7) contiene un generador de vibraciones.
- 25 5. Procedimiento para la fabricación por capas de objetos tridimensionales, caracterizado por que el polvo se aplica por medio de un dispositivo de aplicación (7) según una de las reivindicaciones 1 a 4, y por que el dispositivo de aplicación (7) se apoya de manera que el dispositivo (7) realice un movimiento vibratorio de traslación, con lo que durante la aplicación de polvo actúa sobre el polvo, además de la fuerza de aplicación, otra fuerza cuyo vector de cambio de ubicación se orienta perpendicular a la dirección de recubrimiento y paralelo al plano del campo de construcción.
- 30 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que el dispositivo de aplicación (7) para la aplicación del polvo se limpia eliminando las adherencias por medio de un dispositivo rascador.
- 35 7. Empleo de polvos de polímero con un tamaño medio de grano d50 de menos de 50 µm que, según DIN EN ISO 6186 (procedimiento A, diámetro de caudal 15 mm) no son fluidos, para la fabricación por capas de objetos tridimensionales según un procedimiento de las reivindicaciones 5 ó 6.

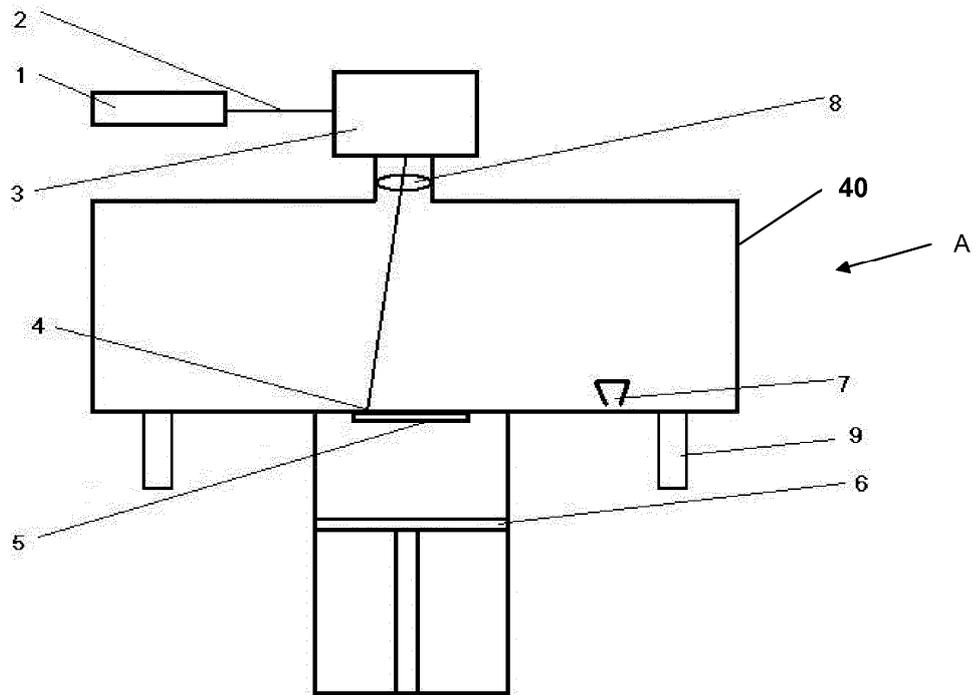


Fig. 1

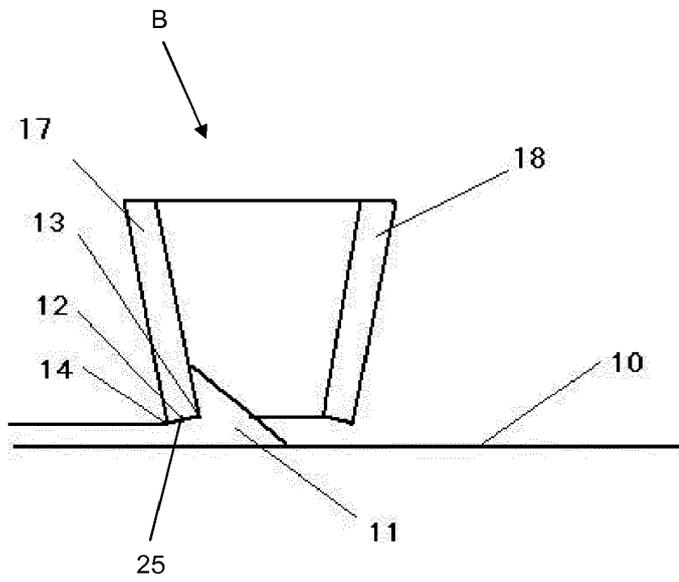


Fig. 2A



Fig. 2B

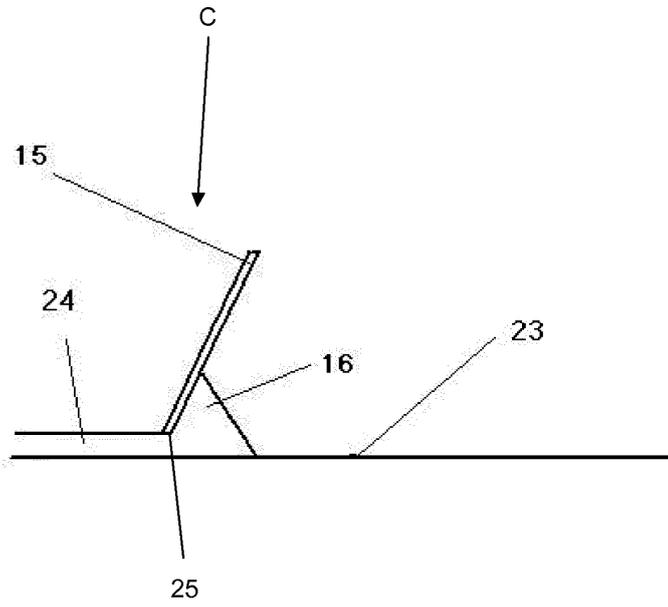


Fig. 3A

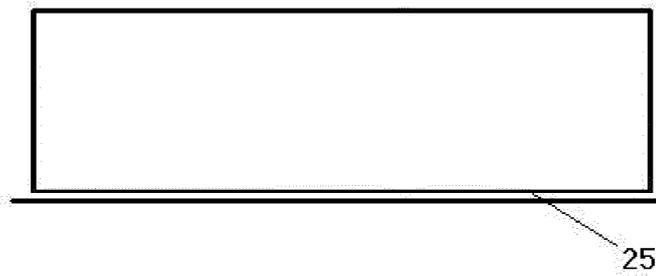


Fig. 3B

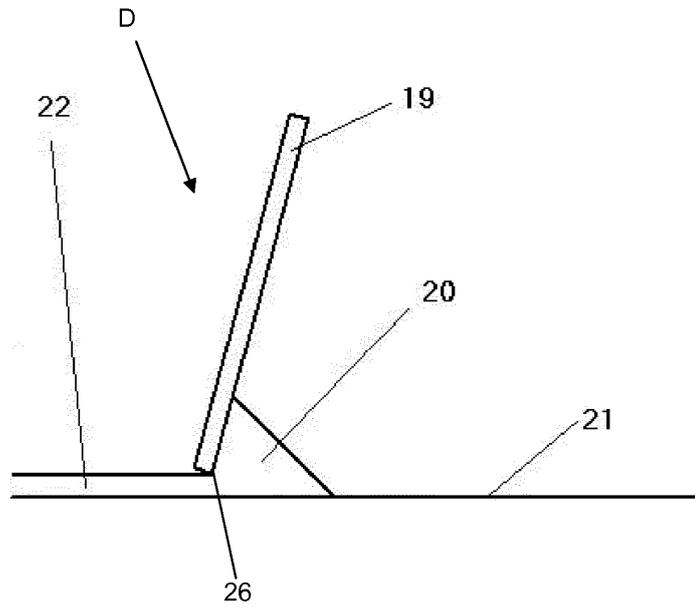


Fig. 4A

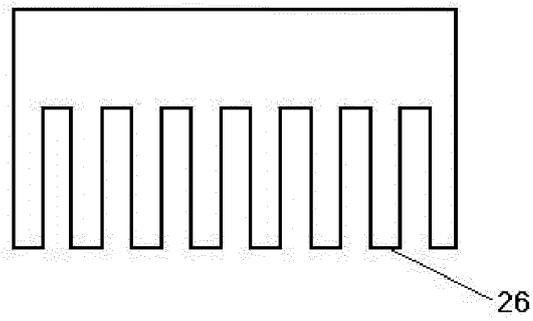


Fig. 4B

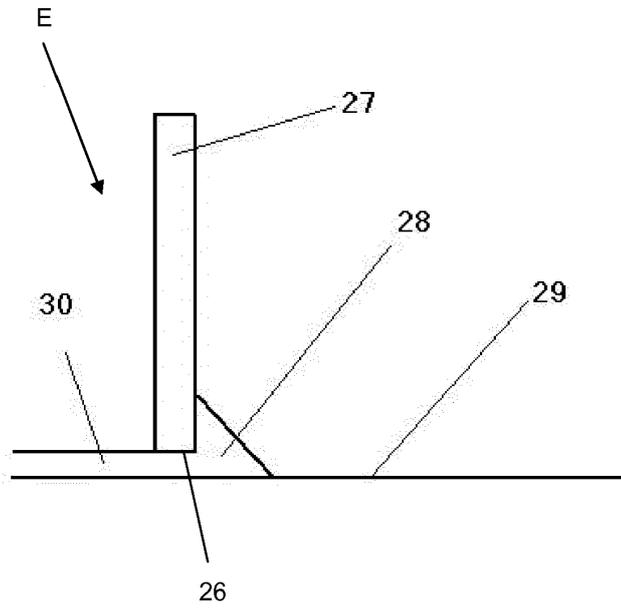


Fig. 5A

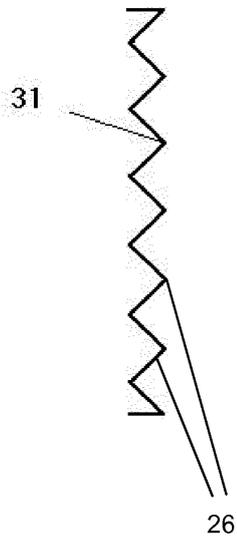


Fig. 5B

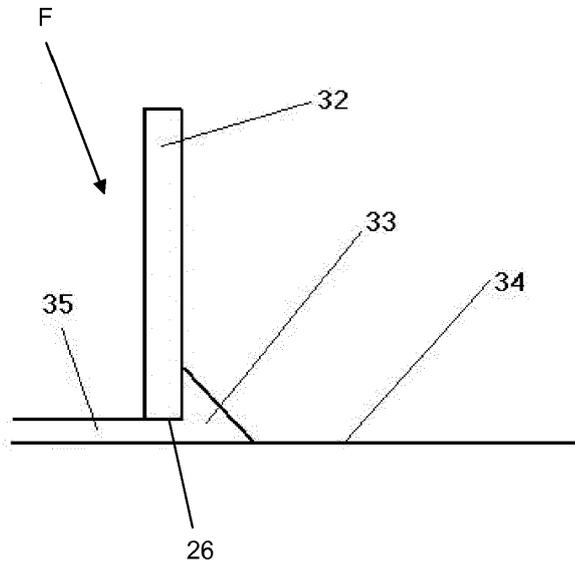


Fig. 6A

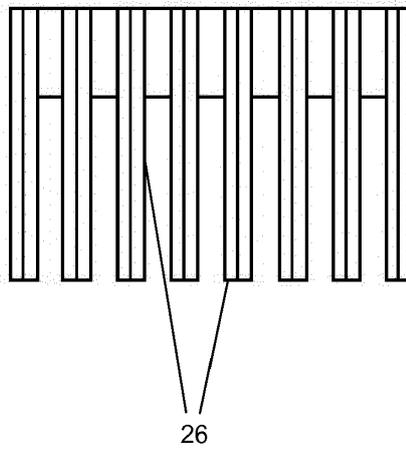


Fig. 6B

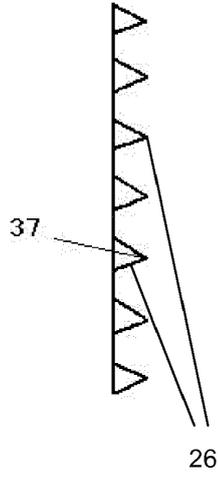


Fig. 6C

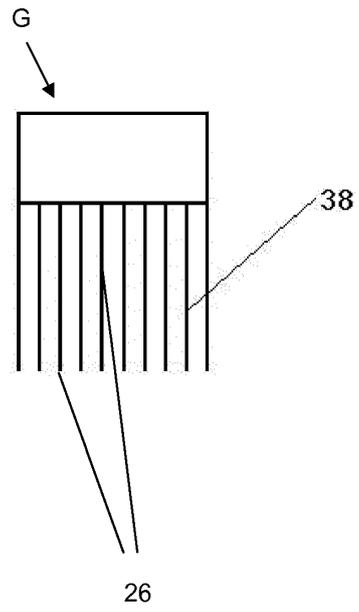


Fig. 7A

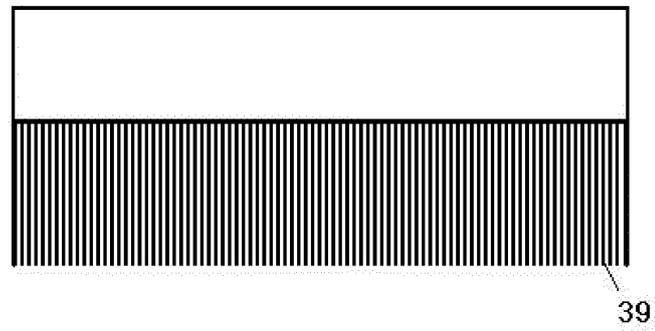


Fig. 7B