

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 542**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2012 E 12173386 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2015 EP 2548718**

54 Título: **Uso de un dispositivo y procedimiento para la sinterización por láser por capas de objetos tridimensionales**

30 Prioridad:

21.07.2011 DE 102011079518

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

21.12.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 554 542 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

Uso de un dispositivo y procedimiento para la sinterización por láser por capas de objetos tridimensionales

La presente invención se refiere al uso de un dispositivo para la producción por capas de objetos tridimensionales, así como a un procedimiento para la producción por capas.

5 La habilitación rápida de prototipos es un problema frecuentemente planteado en los últimos tiempos. Procedimientos que posibilitan esto se denominan prototipado rápido/fabricación rápida o también procedimientos de fabricación aditiva. Particularmente adecuados son procedimientos que trabajan sobre la base de materiales en forma de polvo y en los que se producen las estructuras deseadas de forma apilada mediante fundición selectiva y consolidación. En tal caso, se puede renunciar a construcciones de apoyo en el caso de saledizos y talonamientos, dado que el lecho de polvo que rodea a las zonas fundidas ofrece un efecto de apoyo suficiente. Asimismo, se suprime el trabajo posterior de retirar puntales. Los procedimientos son también adecuados para la fabricación de series pequeñas. La temperatura del espacio de construcción se elige de manera que durante el proceso de construcción no se produzca deformación alguna de las estructuras producidas por capas.

10 Un procedimiento que es particularmente bien adecuado para la finalidad del prototipado rápido/fabricación rápida es la sinterización por láser selectiva (SLS). El procedimiento de la sinterización por láser (prototipado rápido) para la producción de cuerpos moldeados a partir de polímeros en forma de polvo se describe ampliamente en los documentos de patente US 6136948 y WO 96/06881 (ambos de DTM Corporation). Para esta aplicación se reivindican una pluralidad de polímeros y copolímeros tales como, p. ej., poliacetato, poliéster, poli(cloruro de vinilo), polipropileno, polietileno, ionómeros y poliamida.

15 En el documento EP 2246145 A1, en donde se dan a conocer las características de los preámbulos de las reivindicaciones 1, 4 y 9, se describen dispositivos para la producción por capas de objetos tridimensionales. Éstos comprenden un láser y una unidad de control. La potencia media del láser se aumenta periódicamente de 250 W a 500 W, de modo que el ciclo de trabajo es aumentado de 50% a 100%.

20 Un problema en el caso de los procedimientos arriba descritos es que el material polimérico es deteriorado por picos de potencia del láser. Las temperaturas elevadas, provocadas por los picos de potencia, pueden conducir a una disminución del peso molecular del polímero. Mediante un deterioro térmico pueden producirse decoloraciones de las piezas componentes. Además, durante el tratamiento se liberan en ocasiones componentes de los materiales poliméricos debido a dichos picos de temperatura. Las sustancias liberadas perturban el proceso, dado que éstas se depositan en piezas componentes importantes tales como lentes o pirómetros (termómetro de radiación) y perjudican su función.

25 El desarrollo en el sector SLS va en la dirección de velocidades de iluminación cada vez más elevadas que requieren una potencia cada vez más elevada del láser con el fin de incorporar la energía del láser necesaria en el material de polvo. Una reducción sencilla de la potencia del láser para evitar la disminución del peso molecular no es, por lo tanto, práctica. El proceso se ralentizaría claramente mediante esta medida, lo cual no se desea. Existe la demanda de una solución en la que pueda incorporarse una energía del láser lo más elevada posible en el material de polvo sin provocar una disminución del peso molecular.

Por consiguiente, misión de la presente invención es mejorar el proceso de sinterización por láser.

De manera sorprendente, se encuentra que este problema puede ser resuelto con un elevado ciclo de trabajo de la modulación por anchura de pulsos (PWM) del control de la potencia del láser.

30 Un primer objeto de la presente invención es, por consiguiente, el uso de un dispositivo para la producción por capas de objetos tridimensionales, que comprende al menos un láser, en donde el dispositivo comprende, adicionalmente, una unidad de control que ajusta el láser a un ciclo de trabajo de más de 60%, en el caso de una frecuencia de reloj de al menos 5 kHz, conforme a la reivindicación 1.

35 Un núcleo esencial del dispositivo es la presencia de una unidad de control que ajusta el láser a un ciclo de trabajo mayor que 60%, preferiblemente mayor que 80% y, en particular, a más del 90%. Con un elevado ciclo de trabajo puede evitarse o bien reducirse claramente la degradación del peso molecular del polímero provocada por el láser, sin reducir la incorporación de energía del láser y, por consiguiente, la velocidad del proceso de iluminación. En particular, el dispositivo de acuerdo con la invención tiene la ventaja de que únicamente mediante el control del láser puede alcanzarse la ventaja de acuerdo con la invención, sin que tengan que realizarse grandes remodelaciones en instalaciones existentes.

5 del objeto de modo que éste sea descompuesto en una pluralidad de capas horizontales, delgadas en comparación con la dimensión del objeto, y los datos de forma se proporcionan, por ejemplo, en forma de conjuntos de datos, p. ej., datos CAD, para cada una de esta pluralidad de capas. El establecimiento y tratamiento de los datos para cada una de las capas puede tener lugar en este caso antes de la producción o también simultáneamente con la producción de cada una de las capas.

10 A continuación, primeramente la plataforma de construcción (6) se conduce mediante el dispositivo de ajuste en altura a la posición más elevada en la que la superficie de la plataforma de construcción (6) se encuentra en un plano con la superficie del recinto de construcción y, a continuación, se hace descender en el valor correspondiente al grosor previsto de la primera capa de material, de modo que dentro del rebaje resultante se forma una zona descendida que está delimitada lateralmente por las paredes del rebaje y debajo por la superficie de la plataforma de construcción (6). Por ejemplo, mediante un dispositivo de aplicación (7) se incorpora acto seguido una primera capa del material a consolidar con el grosor de capa previsto en el espacio hueco formado por el rebaje y la plataforma de construcción (6) o bien la zona descendida y eventualmente se calienta con una calefacción a una temperatura de trabajo adecuada, por ejemplo 100 °C a 360 °C, preferiblemente 120 °C a 200 °C, de manera particularmente preferida de 140 °C a 160 °C. A continuación, la unidad de control (3) controla al dispositivo de desviación de manera que el rayo de luz (2) desviado incide sucesivamente en todos los puntos de la capa y allí sinteriza o bien funde al material. De este modo, se puede formar primeramente una capa del fondo sólida. En una segunda etapa, la plataforma de construcción (6) se hace descender mediante el dispositivo de ajuste en altura en el valor correspondiente a un grosor de capa y mediante el dispositivo de aplicación (7) en la zona descendida que resulta con ello dentro del rebaje se incorpora una segunda capa de material, eventualmente se calienta de nuevo por la calefacción.

25 En una forma de realización, el dispositivo de desviación puede ser controlado esta vez por la unidad de control (3) de modo que el rayo de luz (2) desviado sólo incide sobre la zona interna de la capa de material que delimita a la superficie interna del rebaje y allí consolida a la capa de material mediante sinterización, con lo cual se forma una primera capa de pared anular con un grosor de capa de aproximadamente 2 a 10 mm que rodea por completo al material de la capa en forma de polvo remanente. Esta parte del control representa, con ello, un dispositivo para generar una pared del recipiente que rodea al objeto (5) a formar simultáneamente con la formación del objeto en cada una de las capas.

30 Después de hacer descender la plataforma de construcción (6) en el valor correspondiente al grosor de capa de la siguiente capa, de la aplicación del material y del calentamiento del mismo modo que antes puede entonces comenzar la producción del objeto (5) propiamente dicho. Para ello, la unidad de control (3) controla al dispositivo de desviación de manera que el rayo de luz (2) desviado incide en aquellos puntos de la capa que deben ser consolidados de manera correspondiente a las coordenadas del objeto (5) a producir, almacenadas en la unidad de control. En el caso de las otras capas se procede de manera análoga. En el caso de la producción deseada de una zona anular de pared en forma de una pared del recipiente que rodea al objeto junto con el material remanente, no sinterizado, y de esta forma hacer descender la plataforma de construcción (6) por debajo de la mesa de trabajo, se impide una salida del material, en cada una de las capas del objeto se sinteriza, mediante el dispositivo, una capa de pared en forma anular sobre la capa de pared anular situada por debajo. Puede renunciarse a la producción de la pared cuando se utilice un recipiente de intercambio de manera correspondiente al documento EP 1037739 o un recipiente fijamente incorporado.

Después del enfriamiento, el objeto formado puede ser retirado del dispositivo.

45 Con el dispositivo se pueden producir de forma sencilla cuerpos moldeados arbitrarios. Por consiguiente, son asimismo objeto de la presente invención cuerpos moldeados producidos con un dispositivo de acuerdo con la invención o bien con un procedimiento de acuerdo con la invención. De manera particularmente preferida, los cuerpos moldeados producidos de acuerdo con la invención presentan una viscosidad en disolución conforme a la norma ISO 307 (Schott AVS Pro, disolvente *m*-cresol ácido, proceso volumétrico, determinación doble, temperatura de disolución 100°C, tiempo de disolución 2 h, concentración de polímero 5 g/l, temperatura de medición 25°C) de al menos 1,58. Preferiblemente, la viscosidad de disolución conforme a la norma ISO 307 del cuerpo moldeado producido de acuerdo con la invención asciende a 1,6.

50 También sin realizaciones adicionales, se parte del hecho de que un experto en la materia puede aprovechar la descripción anterior en su contexto más amplio. Las formas de realización preferidas y los ejemplos se han de considerar, por lo tanto, únicamente como divulgación descriptiva, pero en modo alguno limitantes. Seguidamente, la presente invención se explica con mayor detalle con ayuda de ejemplos. Formas de realización alternativas de la presente invención se pueden obtener de manera análoga.

55 Ejemplos:

En el marco de la presente invención se utilizan los métodos de medición mencionados en la Tabla 1, en donde éstos, en la medida en que sea técnicamente posible, se emplean tanto para la determinación de las propiedades de los materiales empleados como para la de los productos obtenidos.

	Valor	Unidad	Tipo de ensayo/aparato de ensayo/parámetro de ensayo
Densidad aparente	0,445	g/cm ³	DIN 53466
Tamaño de grano d50	55	µm	Malvern Mastersizer 2000, Medición en seco, aportados dosificadamente 20-40 g de polvo mediante aparato de dispersión en seco Scirocco. Tasa de alimentación ranura vibratoria 70%. Presión del aire de dispersión 3 bares. Tiempo de medición de la muestra 5 segundos (5000 mediciones individuales), índice de refracción y valor de luz azul establecido en 1,52. Evaluación a través de teoría de Mie
Tamaño de grano d10	37	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro, véase el tamaño de grano d50
Tamaño de grano d90	78	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro, véase el tamaño de grano d50
< 10,48 µm	4,0	µm	Malvern Mastersizer 2000, parámetro, véase el tamaño de grano d50
Capacidad de flujo	32	s	DIN 53492
Viscosidad en disolución	1,6	-	ISO 307, Schott AVS Pro, disolvente <i>m</i> -cresol ácido, proceso volumétrico, determinación doble, temperatura de disolución 100°C, tiempo de disolución 2 h, concentración de polímero 5 g/l temperatura de medición 25 °C
BET (superficie específica)	6,4	m ² /g	ISO 9277, Micromeritics TriStar 3000, adsorción de gas de nitrógeno, procedimiento volumétrico discontinuo, 7 puntos de medición a presiones relativas P/P0 entre aprox. 0,05 y aprox. 0,20, calibrado del volumen muerto mediante He (99,996%), preparación de muestras 1 h a 23 °C + 16 h a 80 °C en vacío, superficie específica referida a la muestra desgasificada, la evaluación tuvo lugar mediante determinación en múltiples puntos
Punto de fusión 1 ^{er} calentamiento	187	°C	DIN 53765 DSC 7 de Perkin Elmer tasa de calentamiento/enfriamiento 20 K/min
Temperatura de recristalización	138	°C	DIN 53765 DSC 7 de Perkin Elmer tasa de calentamiento/enfriamiento 20 K/min
Acondicionamiento del material	Material se almacena antes del tratamiento durante 24 h a 23 °C y 50% de humedad del aire		

5 Tabla 1

En todos los Ejemplos se elabora un polvo de poliamida 12 incapaz de condensación posterior según el documento DE 19747309 con los valores característicos del polvo recogidos en la Tabla 1 y una disposición de ensayo de manera correspondiente a la Fig. 1. Todos los Ejemplos se elaboran de manera correspondiente a la descripción

siguiente. La cámara de construcción se precalienta durante 180 minutos hasta 155°C. Después, se aumenta la temperatura en la cámara de construcción, de modo que la temperatura en la superficie del polvo asciende a 168°C. Antes de la primera iluminación se aplican sin iluminación 40 capas. La pieza componente se sitúa centralmente en el campo de construcción. A partir de un láser (1), el rayo del láser (2) se desvía mediante un sistema de barrido (3) sobre la superficie del polvo (4) atemperada (168°C) e inertizada (argón).

La pieza componente a iluminar se coloca centralmente en el campo de construcción. Una superficie cuadrada con una longitud de los cantos de 50 mm se funde por medio del láser. Después de ello, la plataforma de construcción (6) se hace descender 0,15 mm y por medio de un dispositivo de revestimiento (7) se aplica una nueva capa de polvo con una velocidad de 100 mm/s. Estas etapas se repiten hasta que resulte una pieza componente (5) tridimensional de 6 mm de altura. Después de finalizada la iluminación, se aplican todavía 40 capas más antes de desconectar los elementos calefactores del dispositivo y de iniciar la fase de enfriamiento. El tiempo que se requiere en cada caso para una capa se encuentra durante todo el proceso de construcción por debajo de 40 s.

Después de un tiempo de enfriamiento de al menos 12 horas, la pieza componente se retira y se libera del polvo adherido. Del núcleo en el centro de la pieza componente se toma una muestra para ensayos ulteriores. En esta muestra se determina la viscosidad en disolución según la norma ISO 307 (aparato de ensayo Schott AVS Pro, disolvente *m*-cresol ácido, proceso volumétrico, determinación doble, temperatura de disolución 100°C, tiempo de disolución 2 h, concentración de polímero 5 g/l). El índice de viscosidad, determinado de esta forma, proporciona una medida para la masa molecular del polímero.

La disposición de ensayo se configura de manera que el diámetro del foco a la altura de la superficie del polvo es de 0,3 mm. El foco del rayo láser se mide en el centro del campo de construcción con el FocusMonitor de PRIMES GmbH en base a la norma ISO 11146 (método 2º momento). La potencia del láser se mide en base a la norma ISO 11554 con el aparato LM-1000 de Coherent Deutschland GmbH, indicándose la potencia media. Las mediciones se llevan a cabo en un laboratorio a 23°C/50% de humedad del aire. El control de la potencia del láser en los Ejemplos tiene lugar mediante un aparato de control que trabaja con la PWM, lo cual conduce a una emisión de la potencia en forma de pulso del láser.

Ejemplo 1 (no de acuerdo con la invención)

Como láser (CO₂, longitud de onda 10,6 µm) sirve el Synrad Firestar t100W. La potencia del láser se controla con el UC-2000 de Synrad. Como parte de la red pasa a emplearse DC-100 DC de Synrad. Se emplea el aparato Scanner Scanlab powerSCAN 50 con varioSCAN 60. Como modulación por anchura de pulsos (PWM) se elige la frecuencia de reloj de 5 kHz con un ciclo de trabajo de 20%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 21,2 W, velocidad de barrido 1178 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,52.

Ejemplo 2 (no de acuerdo con la invención)

Como láser (CO₂, longitud de onda 10,6 µm) sirve el ULR-50 de Universal Laser Systems Inc. La potencia del láser se controla con un Multi-Controlador de láser LCT 3001 de MCA Micro Controller Applications. La parte de la red es la DC-5 de Synrad. Se emplea el aparato Scanner Scanlab powerSCAN 50 con varioSCAN 60. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj asciende a 5 kHz y el ciclo de trabajo a 40%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 20,6 W, velocidad de barrido del rayo láser 1144 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,55.

Ejemplo 3 (no de acuerdo con la invención)

Como láser (CO₂, longitud de onda 10,6 µm) sirve el ULR-50 de Universal Laser Systems Inc. La potencia del láser se controla con un Multi-Controlador de láser LCT 3001 de MCA Micro Controller Applications. La parte de la red es la DC-5 de Synrad. Se emplea el aparato Scanner Scanlab powerSCAN 50 con varioSCAN 60. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj asciende a 1 kHz y el ciclo de trabajo a 40%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 20,6 W, velocidad de barrido del rayo láser 1144 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,52.

Ejemplo 4 (no de acuerdo con la invención)

Se emplea aquí el láser de diodos OTF150-30-0.2 (longitud de onda 980 nm) de Optotools. El control de la potencia del láser tiene lugar con un Multi-Controlador de láser LCT 3001 de MCA Micro Controller Applications. Se emplea

5 una parte de la red DL 1600 de Heim Electronic y el escáner Raylase SS-20. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj asciende a 5 kHz y el ciclo de trabajo a 40%. Para una mejor absorción de la energía del láser se añade por mezcla al polvo de PA 12 Printex alpha al 0,1%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 52,6 W, velocidad de barrido 2922 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,54.

Ejemplo 5 (no de acuerdo con la invención)

10 Se emplea aquí el láser de fibras IPG-ELR-100-1550 (longitud de onda 1550). El control de la potencia del láser tiene lugar con el Multi-Controlador de láser LCT 3001 de MCA Micro Controller Applications. Se emplea, además, una parte de la red DL 1600 de Heim Electronic y el escáner Raylase SS-10. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj asciende a 5 kHz y el ciclo de trabajo a 40%. Para una mejor absorción de la energía del láser se añade por mezcla al polvo de PA 12 Printex alpha al 0,1%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 42,1 W, velocidad de barrido 2338 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,55.

Ejemplo 6 (de acuerdo con la invención)

20 Como láser (CO₂, longitud de onda 10,6 μm) sirve el ULR-50 de Universal Laser Systems Inc. El control de la potencia del láser tiene lugar con el Multi-Controlador de láser LCT 3001 de MCA Micro Controller Applications. Pasa a emplearse una parte de la red DC-5 de Synrad. Se emplea el aparato Scanner Scanlab powerSCAN 50 con varioSCAN 60. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj asciende a 5 kHz y el ciclo de trabajo a 60%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 29,2 W, velocidad de barrido 1622 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,58.

Ejemplo 7 (de acuerdo con la invención)

25 Como láser (CO₂, longitud de onda 10,6 μm) sirve el ULR-50 de Universal Laser Systems Inc. El control de la potencia del láser tiene lugar con el Multi-Controlador de láser LCT 3001 de MCA Micro Controller Applications. Pasa a emplearse una parte de la red DC-5 de Synrad. Se emplea el aparato Scanner Scanlab powerSCAN 50 con varioSCAN 60. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj asciende a 10 kHz y el ciclo de trabajo a 60%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 29,2 W, velocidad de barrido 1622 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,6.

Ejemplo 8 (de acuerdo con la invención)

35 Como láser (CO₂, longitud de onda 10,6 μm) sirve el ULR-50 de Universal Laser Systems Inc. El control de la potencia del láser tiene lugar con el Multi-Controlador de láser LCT 3001 de MCA Micro Controller Applications. Pasa a emplearse una parte de la red DC-5 de Synrad. Se emplea el aparato Scanner Scanlab powerSCAN 50 con varioSCAN 60. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj asciende a 20 kHz y el ciclo de trabajo a 60%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 29,2 W, velocidad de barrido 1622 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,6.

40 Ejemplo 9 (de acuerdo con la invención)

45 Como láser (CO₂, longitud de onda 10,6 μm) sirve el Synrad 48-2. El control de la potencia del láser tiene lugar con el Regulador UC-2000 de Synrad. Pasa a emplearse una parte de la red DC2 de Synrad. Se emplea el aparato Scanner Scanlab powerSCAN 50 con varioSCAN 60. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj asciende a 5 kHz y el ciclo de trabajo a 80%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 18,9 W, velocidad de barrido 1050 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,6.

Ejemplo 10 (de acuerdo con la invención)

50 Como láser (CO₂, longitud de onda 10,6 μm) sirve el Synrad 48-2. El control de la potencia del láser tiene lugar con el Regulador UC-2000 de Synrad. Pasa a emplearse una parte de la red DC2 de Synrad. Se emplea el aparato Scanner Scanlab powerSCAN 50 con varioSCAN 60. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de

ES 2 554 542 T3

reloj asciende a 5 kHz y el ciclo de trabajo a 90%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 19,8 W, velocidad de barrido 1110 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,6.

Ejemplo 11 (de acuerdo con la invención)

- 5 Se emplea aquí el láser de fibras IPG-ELR-100-1550 (longitud de onda 1550 nm) con un escáner Raylase SS-10 y un Multi-Controlador de láser LCT 3001 de MCA Micro Controller Applications para el control de la potencia del láser y una parte de la red DL 1600 de Heim Electronic. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj asciende a 5 kHz y el ciclo de trabajo a 60%. Para una mejor absorción de la energía del láser se añade por
- 10 mezcladura al polvo de PA 12 Printex alpha al 0,1%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 60,5 W, velocidad de barrido 3360 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,59.

Ejemplo 12 (de acuerdo con la invención)

- 15 Se emplea aquí el láser de diodos OTF150-30-0.2 (longitud de onda 980 nm) de Optotools con un escáner Raylase SS-10 y un Multi-Controlador de láser LCT 3001 de MCA Micro Controller Applications para el control de la potencia del láser y una parte de la red DL 1600 de Heim Electronic. La modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj asciende a 5 kHz y el ciclo de trabajo a 60%. Para una mejor absorción de la energía del láser se añade por mezcladura al polvo de PA 12 Printex alpha al 0,1%. La incorporación de energía del láser asciende a 60 mJ/mm² (potencia del láser 77,9 W, velocidad de barrido 4328 mm/s, distancia de las líneas de iluminación 0,3 mm). En la muestra de la pieza componente se determina una viscosidad en disolución según la norma ISO 307 de 1,59.
- 20 En la Tabla 2 se recopilan de nuevo los resultados. La viscosidad en disolución de la masa fundida enfriada de los Ejemplos no de acuerdo con la invención disminuye claramente en el caso de ciclos de trabajo inferiores a 60%. Una viscosidad en disolución reducida significa una disminución del peso molecular por parte de picos locales de temperatura. Una disminución del peso molecular puede repercutir de nuevo de forma claramente negativa sobre las propiedades de piezas componentes que se producen mediante sinterización por láser.
- 25 Para evitar deterioros del material polimérico durante la iluminación, la modulación por anchura de pulsos (PWM) frecuencia de reloj debería ascender, además, a al menos 5 kHz. En el caso de frecuencias base menores, la viscosidad en disolución de las piezas componentes producidas disminuye adicionalmente tal como se puede reconocer con la comparación de los Ejemplos 2 y 3 no de acuerdo con la invención.

	Ciclo de trabajo [%]	Frecuencia de reloj [kHz]	Viscosidad en disolución
Ejemplo 1	20	5	1,52
Ejemplo 2	40	5	1,55
Ejemplo 3	40	1	1,52
Ejemplo 4	40	5	1,54
Ejemplo 5	40	5	1,55
Ejemplo 6	60	5	1,58
Ejemplo 7	60	10	1,6
Ejemplo 8	60	20	1,6
Ejemplo 9	80	5	1,6
Ejemplo 10	90	5	1,6
Ejemplo 11	60	5	1,59
Ejemplo 12	60	5	1,59

30 Tabla 2

REIVINDICACIONES

- 5 1. Uso de un dispositivo para la producción por capas de objetos (5) tridimensionales a partir de polvos poliméricos, que comprende al menos un láser (1) y una unidad de control (3) que ajusta el láser (1) a un ciclo de trabajo mayor que 60%, caracterizado por que el láser (1) se regula mediante modulación por anchura de pulsos, ascendiendo la frecuencia de reloj a al menos 5 kHz.
2. Uso de un dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que la frecuencia de reloj asciende al menos a 10 kHz.
3. Uso de un dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que la frecuencia de reloj asciende al menos a 20 kHz.
- 10 4. Procedimiento para la producción por capas de objetos (5) tridimensionales a partir de polvos poliméricos, en el que la fundición selectiva o bien sinterización del polvo polimérico tiene lugar mediante un láser (1) con un ciclo de trabajo mayor que 60%, caracterizado por que la fundición selectiva o bien sinterización del polvo polimérico por medio de un láser (1) tiene lugar con una frecuencia de reloj de al menos 5 kHz.
- 15 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la fundición selectiva o bien sinterización del polvo polimérico tiene lugar mediante un láser (1) con un ciclo de trabajo mayor que 80%.
6. Procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado por que la fundición selectiva o bien sinterización del polvo polimérico tiene lugar mediante un láser (1) con un ciclo de trabajo mayor que 90%.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado por que la fundición selectiva o bien sinterización del polvo polimérico tiene lugar mediante un láser (1) con una frecuencia de reloj de al menos 10 kHz.
- 20 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado por que la fundición selectiva o bien sinterización del polvo polimérico tiene lugar mediante un láser (1) con una frecuencia de reloj de al menos 20 kHz.
- 25 9. Uso de al menos una poliamida para la producción por capas de objetos (5) tridimensionales para el tratamiento en un dispositivo que comprende al menos un láser (1) y una unidad de control (3) que ajusta el láser (1) a un ciclo de trabajo mayor que 60%, caracterizado por que el láser (1) se regula mediante modulación por anchura de pulsos, ascendiendo la frecuencia de reloj a al menos 5 kHz.
10. Uso según la reivindicación 9, caracterizado por que la frecuencia de reloj asciende al menos a 10 kHz.
11. Uso según la reivindicación 9, caracterizado por que la frecuencia de reloj asciende al menos a 20 kHz.

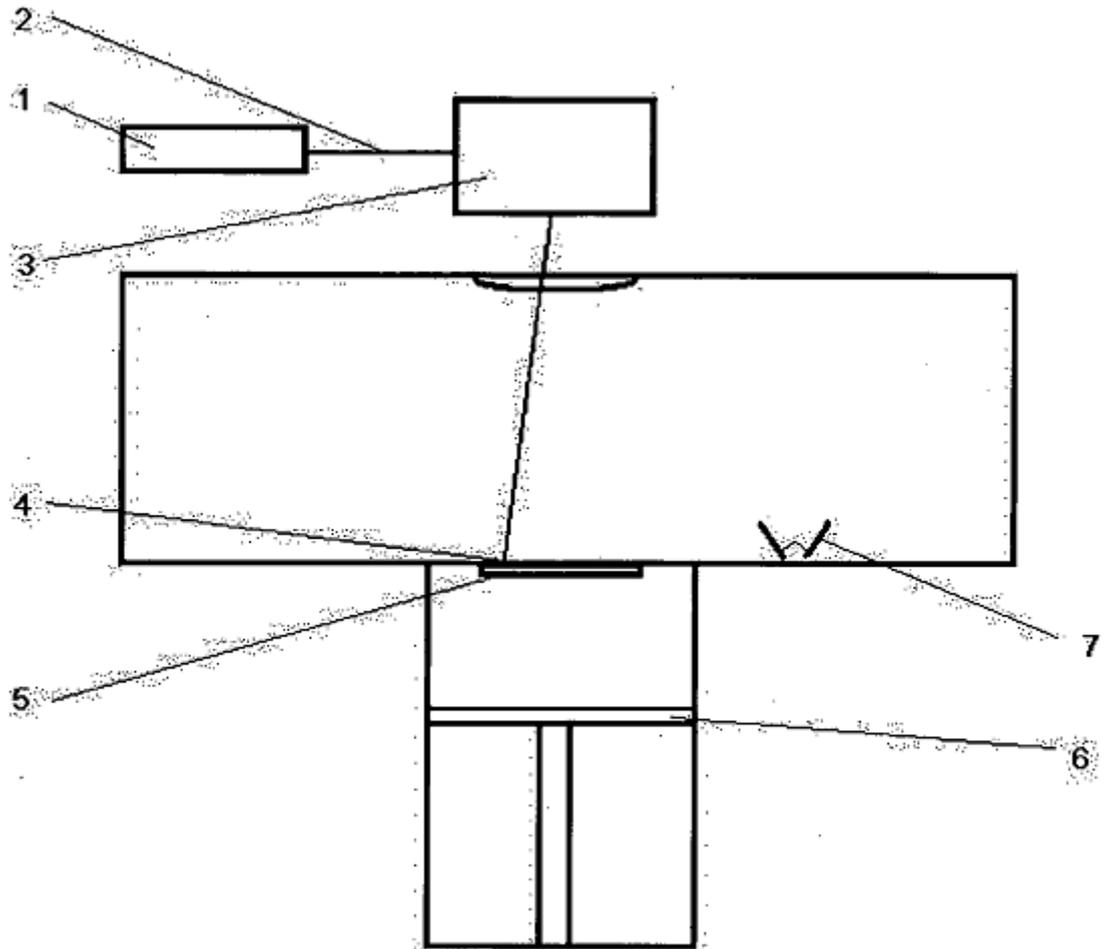


Figura 1