



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 999**

51 Int. Cl.:
B29C 67/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04100652 .9**

96 Fecha de presentación : **19.02.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1459871**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.09.2004**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la fabricación de objetos tridimensionales mediante radiación de microondas y cuerpos moldeados así obtenidos.**

30 Prioridad: **15.03.2003 DE 103 11 438**
02.12.2003 DE 103 56 193

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.07.2011

73 Titular/es: **EVONIK DEGUSSA GmbH**
Rellinghauser Strasse 1-11
45128 Essen, DE

72 Inventor/es: **Grebe, Maik;**
Monsheimer, Sylvia y
Baumann, Franz-Erich

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 362 999 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la fabricación de objetos tridimensionales mediante radiación de microondas y cuerpos moldeados así obtenidos

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de objetos tridimensionales a partir de un sustrato en forma de polvo mediante unión p. ej. mediante fusión o sinterización de partes del sustrato, en donde la energía calorífica necesaria para la unión del sustrato es generada mediante radiación de microondas a través de un susceptible y es entregada a las zonas parciales del sustrato a través de éste.

10 La provisión fluida de prototipos es una misión establecida a menudo en los últimos tiempos. En el estado conocido de la técnica se describen, por una parte, el método de la estereolitografía, teniendo éste el inconveniente de que durante la fabricación de los prototipos a partir de un líquido (resina) son necesarias complejas estructuras de apoyo, y los prototipos obtenidos presentan propiedades mecánicas relativamente malas, que han de atribuirse al número limitado de materias primas.

15 El otro procedimiento mencionado a menudo en el estado conocido de la técnica, que es bien adecuado para la finalidad del prototipado rápido, es la sinterización selectiva por láser (SSL) que ya ha encontrado una amplia difusión. En el caso de este procedimiento, polvos de material sintético son iluminados en una cámara brevemente de forma selectiva con un rayo láser, con lo que funden las partículas de polvo que son alcanzadas por el rayo láser. Las partículas fundidas se mezclan entre sí y se consolidan de forma relativamente rápida de nuevo para formar una masa sólida. Mediante la iluminación repetida de capas aplicadas cada vez de nuevo, pueden fabricarse con este procedimiento, de forma sencilla y rápida, cuerpos tridimensionales complejos.

20 El procedimiento de la sinterización por láser (prototipado rápido) para la fabricación de cuerpos moldeados a partir de polímeros en forma de polvo se describe ampliamente en los documentos de patente US 6.136.948 y WO 96/06881 (ambos de DTM Corporation). Los procedimientos SSL descritos en el estado conocido de la técnica tienen el inconveniente de que para este procedimiento se requiere una técnica láser costosa. Tanto el láser que actúa como fuente de energía como los dispositivos ópticos necesarios para la preparación y la guía del rayo láser, tales como lentes, ensanchadores y espejos reflectores, son extremadamente caros y sensibles.

25 Se han desarrollado otros procedimientos para el prototipado rápido, los cuales, sin embargo, (todavía) no han adquirido una comercialización. En el documento WO 01/38061 se describe un procedimiento para la fabricación de prototipos, el cual se basa en que se emplean inhibidores de sinterización que impiden una sinterización, desencadenada mediante el aporte de energía, de sustrato en forma de polvo en las zonas seleccionadas. En el caso de este procedimiento se puede renunciar a una compleja técnica de láser. No obstante, con este procedimiento no es posible un aporte específico de calor. Lo desventajoso de este procedimiento es, p. ej., que el polvo circundante que no fue fundido, contiene el inhibidor y, por lo tanto, no puede ser reciclado. Además, para este procedimiento se ha desarrollado un nuevo software, dado que precisamente no se imprime como es habitual la sección transversal de la pieza, sino el entorno. En el caso de despullas y variaciones en la sección transversal es necesaria una aplicación en gran superficie de inhibidores. Además, existe el riesgo de la formación de retenciones de calor.

30 En el documento US 5 338 611 se describe el empleo de radiación de microondas para la fusión de polímeros, empleándose polímeros en forma de polvo y negro de carbono de escala nanométrica. No se describe la fabricación de prototipos. En el documento DE 197 27 677 se generan prototipos mediante la acción de un rayo de microondas enfocado sobre zonas elegidas de capas en forma de polvo. Mediante la acción del rayo de microondas predeterminado, los sustratos en forma de polvo se unen mediante pegado, sinterización o fusión en la capa así como con los sustratos en forma de polvo en la capa situada por debajo. También, en el caso de este procedimiento se requiere una técnica compleja con el fin de permitir que la radiación de microondas acceda solamente a las zonas seleccionadas.

45 El documento EP 888868 da a conocer las características de las cláusulas precharacterizantes de las reivindicaciones 1 y 20.

Los procedimientos para la fabricación de prototipos, conocidos por el estado de la técnica, son todos relativamente complejos en relación con la técnica utilizada. En particular, el empleo de láseres o radiación enfocada de microondas requiere una elevada precisión y, con ello, equipos costosos y propensos a las averías. Para la fabricación de prototipos son ciertamente adecuados los procedimientos conocidos, pero estos procedimientos son inadecuados para la aplicación en la fabricación rápida o como aplicación en el hogar.

Por lo tanto, era misión de la presente invención proporcionar un procedimiento para la fabricación de objetos tridimensionales que pudiera llevarse a cabo con un equipo sencillo, con ello económico y no propenso a las averías. Las piezas constructivas deberían realizarse preferiblemente de forma robusta, pudiéndose recurrir a piezas constructivas de equipos de las necesidades cotidianas.

Sorprendentemente, se encontró que es relativamente sencillo fabricar objetos tridimensionales a partir de sustratos en forma de polvo mediante radiación de microondas, p. ej. también mediante aparatos de cocina de microondas, al aplicar sobre una capa a base de un sustrato en forma de polvo, que no absorbe la radiación de microondas o sólo lo hace defectuosamente, un susceptor sobre las zonas a unir de la capa, que puede absorber la radiación de microondas y que emite la energía absorbida en forma de calor al sustrato que le rodea, con lo que el sustrato de la capa o bien eventualmente una capa situada por debajo o por encima puede ser unida en las zonas mencionadas mediante fusión o sinterización. La aplicación del susceptor puede tener lugar con un cabezal de impresión, de manera similar al de una impresora de chorro de tinta.

Por lo tanto, es objeto de la presente invención un procedimiento para la fabricación de un objeto tridimensional, el cual se caracteriza porque comprende las etapas de

- a) proporcionar una capa de un sustrato en forma de polvo,
 - b) aplicar selectivamente al menos un susceptor que absorbe microondas sobre zonas a tratar de la capa de a), eligiéndose las zonas sobre las que se dispone el susceptor de acuerdo con la sección transversal del objeto tridimensional, a saber de manera que solamente se dispone el susceptor sobre las zonas que constituyen la sección transversal del objeto tridimensional,
 - c) tratar, al menos una vez, la capa con radiación de microondas de modo que las zonas de la capa provistas del susceptor así como eventualmente con zonas de la capa situada por debajo provistas del susceptor son unidas entre sí mediante fusión,
- así como cuerpos moldeados producidos según este procedimiento.

Es asimismo objeto de la presente invención un dispositivo para la fabricación en capas de objetos tridimensionales, el cual se caracteriza porque el dispositivo presenta

- un dispositivo móvil para la aplicación en forma de capas de un sustrato en forma de polvo sobre una plataforma de trabajo o de una capa eventualmente ya presente sobre la plataforma de trabajo de un sustrato (2) en forma de polvo tratado o no tratado,
- un dispositivo (3), móvil en el plano x,y, para la aplicación de un susceptor (4) sobre zonas seleccionadas de la capa a base del sustrato en forma de polvo y
- un generador de microondas (5) adecuado para crear radiación de microondas en el intervalo de 300 MHz a 300 GHz.

El procedimiento de acuerdo con la invención tiene la ventaja de que no emplea ninguna radiación dirigida compleja tal como, por ejemplo, radiación láser o radiación de microondas estrechamente enfocada. La incidencia deliberada de energía en determinadas zonas de la capa o de una matriz constituida por varias capas se consigue mediante el susceptor excitado por rayos de microondas, el cual es aplicado sobre las zonas deseadas de la capa o de las capas de la matriz.

Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención es sencillamente posible una constitución automatizada en capas de un objeto tridimensional mediante el uso de radiación de microondas en combinación con un susceptor adecuado. Polvo no tratado con el susceptor puede sencillamente ser utilizado de nuevo, lo cual no es posible en el caso de procedimientos que emplean inhibidores.

El dispositivo es fácilmente manipulable de manera similar a una impresora de chorro de tinta habitual y, por

consiguiente, puede conectarse p. ej., a un ordenador personal, particularmente cuando la irradiación con microondas se lleva a cabo a continuación en el microondas habitualmente existente en la mayoría de los hogares. Con ello se vuelve asequible y manejable una impresión en 3D, también para un presupuesto normal. El procedimiento de acuerdo con la invención tiene, además, la ventaja de que el material circundante puede ser
 5 utilizado de nuevo sin más. Además, se pueden “imprimir conjuntamente” de forma directa propiedades especiales tales como la conductividad eléctrica o los colores. A esta parte se la pueden proporcionar de esta manera propiedades selectivamente seleccionadas.

El principio funcional del presente procedimiento para la fabricación de objetos tridimensionales de acuerdo con la
 10 invención se basa, en principio, en el principio utilizado en todos los otros procedimientos para el prototipado rápido. El objeto tridimensional se constituye en capas. La constitución tiene lugar debido a que partes de capas de líquido (esterolitografía) o capas de polvo (sinterización por láser) se consolidan o bien unen entre sí o bien con partes de capas situadas por debajo, aportándose energía a estas partes de las capas. Las partes de las capas a las que no se les aportó energía alguna, continúan presentándose en forma de líquido o polvo. Mediante la
 15 repetición de la aplicación y la unión o consolidación del polvo o del líquido se obtiene en capas un objeto tridimensional. Después de retirar el polvo que no ha reaccionado o bien el líquido que no ha reaccionado, se obtiene un objeto tridimensional cuya disolución (en relación con los contornos) depende del espesor de capa y del tamaño de partículas del sustrato en forma de polvo utilizado.

A diferencia de los procedimientos hasta ahora conocidos, la energía no es aportada directamente a los sustratos a unir, sino a través de un susceptible que absorbe la energía y que la entrega al sustrato que la rodea en forma de energía calorífica. La energía se aporta a los susceptibles en el procedimiento de acuerdo con la invención en forma de radiación de microondas la cual es absorbida por los susceptibles, transformada en energía calorífica y
 20 entregada a sus directos vecinos en forma de polvo del sustrato que no están en condiciones o que no lo están en medida suficiente para absorber radiación de microondas. En medida no suficiente significa en el presente caso que mediante la absorción de radiación de microondas, el sustrato en forma de polvo no pueda ser calentado en tal magnitud que pueda participar en una unión mediante fusión o sinterización con partículas contiguas de sustrato, o bien el tiempo requerido para ello es demasiado prolongado. No obstante, el calor entregado por el susceptible es suficiente como para unir mediante fusión o sinterización al sustrato en forma de polvo contiguo al susceptible
 25 consigo mismo y también con el susceptible. De este modo, se fabrican objetos tridimensionales con el procedimiento de acuerdo con la invención mediante fusión o sinterización de un sustrato en forma de polvo.

La unión del sustrato en determinadas zonas dentro de la capa así como de las capas entre sí tiene lugar, al igual que en la sinterización por láser y los otros procedimientos para el prototipado rápido, de nuevo mediante unión, en particular fusión o sinterización del sustrato en forma de polvo. El principio funcional del prototipado rápido puede deducirse, p. ej., de los documentos US 6.136.948 y WO 96/06881.
 35

La aplicación de los susceptibles en la etapa b), que habitualmente tiene lugar de forma controlada por ordenador con el uso de aplicaciones CAD para el cálculo de las superficies en sección transversal, tiene como consecuencia de que solamente los sustratos en forma de polvo tratados son unidos en una etapa de tratamiento c) subsiguiente. Por lo tanto, el susceptible solamente se aplica sobre zonas seleccionadas de la capa de a) que pertenecen a la sección transversal del objeto tridimensional a producir. La propia aplicación puede tener lugar, p. ej., mediante un cabezal de impresión equipado con boquillas. Después de la subsiguiente etapa de tratamiento c) de la última
 40 capa, con el procedimiento de acuerdo con la invención se obtiene una matriz con un material en polvo parcialmente unido que libera al objeto tridimensional macizo después de retirar el polvo no unido.

El procedimiento de acuerdo con la invención se describe en lo que sigue a modo de ejemplo, sin que la invención deba limitarse al mismo.

El procedimiento de acuerdo con la invención para la fabricación de un objeto tridimensional se distingue porque comprende las etapas de

- a) proporcionar una capa de un sustrato en forma de polvo,
- b) aplicar selectivamente al menos un susceptible que absorbe microondas sobre zonas a tratar de la capa de a), eligiéndose las zonas sobre las que se aplica el susceptible de acuerdo con la sección

- transversal del objeto tridimensional, a saber de manera que solamente se dispone susceptor sobre las zonas que constituyen la sección transversal del objeto tridimensional,
- c) tratar al menos una vez la capa con radiación de microondas, de modo que las zonas de la capa provistas del susceptor así como eventualmente las zonas de la capa situada por debajo provistas del susceptor son unidas entre sí mediante fusión o sinterización,

5

La etapa c) puede llevarse en cada caso a cabo cuando se hayan realizado x veces las etapas a) y b), siendo x igual a 1 hasta un número de las etapas a) y b) llevadas a cabo. En función del material en polvo utilizado, puede tenerse en cuenta con ello la profundidad de penetración dependiente del material de la radiación de microondas.

Así, en función del material en polvo y del número de etapas a) puede suceder que no sea suficiente un único tratamiento con radiación de microondas para unir todas las zonas tratadas con susceptor de las capas de material en polvo presentes en el espacio constructivo. En este caso, puede ser ventajoso llevar a cabo la etapa c), p. ej., en cada caso después de haber realizado las etapas a) y b) durante 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 30, 40 ó 50 veces. Además, puede ser ventajoso llevar a cabo la etapa c) sólo cuando ya se hayan realizado al menos dos veces las etapas a) y b), ya que de esta manera se consigue una asociación más firme de las capas entre sí. En una forma de realización particular del procedimiento de acuerdo con la invención, las etapas a) y b) se repiten hasta que todas las superficies en sección transversal, de las que está constituido el objeto tridimensional, estén presentes en una matriz y se hayan formado las delimitaciones externas del objeto por parte del límite entre el material en polvo con el susceptor aplicado y el material en polvo no tratado y, a continuación, se lleva a cabo la etapa c). De esta manera, solamente es necesario un tratamiento único con radiación de microondas, lo cual significa un consumo de energía significativamente menor.

10

15

20

En otra variante de realización del procedimiento de acuerdo con la invención, al comienzo de la fabricación del objeto tridimensional se lleva a cabo una vez la etapa c), después de haber llevado a cabo una vez la etapa a), a continuación la etapa b) y seguidamente otra vez la etapa a) y, a continuación, se llevan a cabo las otras etapas en la secuencia b), a), c). En esta variante de realización, una capa de polvo tratada con susceptor queda cubierta en cada caso con una capa de polvo no tratada. Por consiguiente, en el caso de la etapa c), las partículas de la capa más superior no son unidas, p. ej., mediante fusión o sinterización, sino las partículas de la capa situada por debajo, en donde en el límite entre las capas, ya son unidas las partículas de las dos capas. De esta manera, puede alcanzarse una unión particularmente duradera entre las capas. Además, las transiciones de una capa a la siguiente capa en el objeto acabado resultan más suaves. La etapa c) puede llevarse a cabo entonces en cada caso de nuevo cuando las etapas b) y a) hayan sido realizadas x veces, siendo x igual a 1 hasta un número de las etapas b) y a) llevadas a cabo, alcanzándose las ventajas arriba mencionadas.

25

30

La etapa c) puede llevarse a cabo directamente en el espacio constructivo, cuando tenga lugar en cada caso después de realizar una o varias veces las etapas a) y b) o b) y a). Si únicamente tiene lugar un tratamiento conforme a la etapa c), éste puede tener lugar en el espacio constructivo inferior o en otro lugar adecuado del dispositivo. Asimismo, es posible que la etapa c) se lleve a cabo en un equipo distinto al equipo para llevar a cabo las etapas a) y b). Así, p. ej. la matriz a base de capas de polvo tratadas, producida por medio de las etapas a) y b), puede transformarse, p. ej. en un microondas usual en el comercio para la preparación de alimentos, en el que se lleva a cabo la etapa c). Mediante estas posibilidades, el procedimiento de acuerdo con la invención es particularmente adecuado para aplicaciones domésticas.

35

40

La provisión de la capa en forma de polvo puede tener lugar, p. ej., mediante la aplicación de un material en polvo en calidad de sustrato sobre una placa de fondo o bien, en el caso de que ya esté presente, sobre una capa tratada conforme a la etapa b) o c) ya presente. La aplicación puede tener lugar mediante rasqueta, rodillo, vertido y subsiguiente retirada, o procedimientos similares. La única premisa que debe cumplir la provisión de la capa es que ésta presente una altura uniforme. Preferiblemente, la capa proporcionada en la etapa a) presenta una altura menor que 1 mm, preferiblemente de 50 a 500 μm y, de manera particularmente preferida, de 100 a 200 μm . La altura de las capas determina en este caso la disolución y, con ello, la lisura de la estructura externa del objeto tridimensional fabricado. La placa de fondo o bien el equipo para la provisión de la capa puede realizarse de forma móvil en altura, de modo que después de llevar a cabo una etapa b) o c) la capa obtenida puede ser hecha descender a la altura de la capa a aplicar seguidamente, o el equipo puede ser elevado a la altura de la siguiente capa con respecto a la capa precedente.

45

50

La altura de la capa proporcionada conforme a la etapa a) depende, entre otros, también del tamaño medio de las partículas o del tamaño máximo de las partículas. Se sobreentiende que con partículas con un tamaño de partícula de 150 µm no se pueden producir capas sólidas y compactas de la misma altura, dado que el volumen entre las partículas debería sufrir una contracción muy grande en la etapa c).

El material en polvo empleado de manera particularmente preferida en calidad de sustrato en forma de polvo presenta un tamaño de grano medio (d_{50}) de 10 a 150 µm, de manera particularmente preferida de 20 a 100 µm y, de manera muy particularmente preferida, de 40 a 70 µm. En función de la finalidad de uso, puede ser sin embargo también ventajoso emplear un material en polvo que presente partículas particularmente pequeñas, pero también partículas particularmente grandes. Para conseguir artículos tridimensionales con una disolución lo más elevada posible y una superficie lo más lisa posible puede ser ventajoso emplear partículas que presenten un tamaño medio de partícula de 10 a 45 µm, preferiblemente de 10 a 35 µm y, de manera muy particularmente preferida, de 20 a 30 µm.

Un material fino menor que 20 µm, en particular menor que 10 µm apenas se puede trabajar, ya que no gotea y la densidad aparente desciende drásticamente, con lo cual pueden formarse más espacios huecos. Para una manipulación más sencilla, puede ser ventajoso emplear partículas que presenten un tamaño medio de partícula de 60 a 150 µm, preferiblemente de 70 a 120 µm y, de manera muy particularmente preferida, de 75 a 100 µm.

En calidad de sustrato en forma de polvo se emplea preferiblemente un material en polvo que haya sido preparado mediante molienda, precipitación y/o polimerización aniónica, o mediante combinaciones de las mismas, en especial precipitación de un polvo algo demasiado tosco y subsiguiente molienda posterior, o precipitación y subsiguiente clasificación.

La granulometría puede elegirse arbitrariamente en el caso de los tamaños de grano medios indicados de los materiales en polvo. Preferiblemente, se emplean materiales en polvo que presenten una granulometría amplia o estrecha, preferiblemente una granulometría estrecha. Materiales en polvo particularmente preferidos para uso en el procedimiento de acuerdo con la invención presentan una granulometría en la que como máximo el 20%, preferiblemente el 15% y, de manera muy particularmente preferida, como máximo el 5% de las partículas presenta una desviación en el tamaño de las partículas en relación con el tamaño medio de los granos de más del 50%. La granulometría puede ajustarse mediante procedimientos habituales de clasificación tales como, p. ej., aventado, etc. Mediante una granulometría lo más estrecha posible se obtienen en el procedimiento de acuerdo con la invención objetos tridimensionales que tienen una superficie muy uniforme y que, en caso de estar presentes, presentan poros muy uniformes.

Al menos una parte del sustrato en forma de polvo empleado puede ser amorfa, cristalina o parcialmente cristalina. Material en polvo preferido presenta una estructura lineal o ramificada. Material en polvo particularmente preferido, que se utiliza en el procedimiento de acuerdo con la invención, presenta, al menos en parte, una temperatura de fusión de 50 a 350°C, preferiblemente de 70 a 200°C.

En calidad de sustratos se adecuan en el procedimiento de acuerdo con la invención materiales que, en comparación con los susceptores elegidos, son calentados con mayor dificultad por la radiación de microondas. El sustrato en forma de polvo empleado debería, además, presentar una fluidez suficiente en estado calentado. En calidad de sustratos en forma de polvo pueden emplearse, en particular, polímeros o copolímeros, preferiblemente elegidos de poliésteres, poli(cloruro de vinilo), poliacetato, polipropileno, polietileno, poliestireno, policarbonato, poli(N-metilmetacrilamidas) (PMMA), polimetacrilato de metilo (PMMA), ionómero, poliamidas, copoliésteres, copoliamidas, terpolímeros, copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) o mezclas de los mismos.

De manera particularmente preferida, en el procedimiento de acuerdo con la invención se emplea un material en polvo como sustrato en forma de polvo el cual presenta una poliamida, preferiblemente al menos una poliamida 6, poliamida 11 y/o poliamida 12 o un copoliéster o una copoliamida. Mediante el uso de poliamidas se pueden fabricar cuerpos moldeados tridimensionales particularmente indeformables. Se prefiere particularmente el uso de polvo de poliamida 12, preferiblemente preparado tal como se describe en los documentos DE 197 08 946 o

también DE 44 21 454 y, de manera particularmente preferida, que presentan una temperatura de fusión y una entalpía de fusión como se indica en el documento EP 0 911 142. En calidad de copoliamidas o copoliésteres preferidos se emplean preferiblemente aquellos que se adquieren en el comercio bajo el nombre comercial VESTAMELT de Degussa AG. Copoliamidas particularmente preferidas presentan una temperatura de fusión, determinada mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC) de 76 a 159°C, preferiblemente de 98 a 139°C y, de manera muy particularmente preferida, de 110 a 123°C. Las copoliamidas pueden prepararse, p. ej., por polimerización de mezclas de monómeros adecuados, p. ej. elegidos de laurilactama y/o caprolactama en calidad de componentes bifuncionales, ácido subérico, ácido azelaico, ácido dodecanodioico, ácido adípico y/o ácido sebácico en calidad de componente portador de función ácido, y 1,6-hexanodiamina, isofofondiamina y/o metil-penta-metilen-diamina en calidad de diamina.

Con el fin de alcanzar una mejor capacidad de elaboración de los sustratos en forma de polvo, puede ser ventajoso emplear un material en polvo que presente aditivos. Aditivos de este tipo pueden ser, p. ej., agentes anti-apelmazamiento. De manera particularmente preferida, el sustrato en forma de polvo empleado presenta de 0,05 a 5% en peso, preferiblemente de 0,1 a 1% en peso de aditivos. Agentes anti-apelmazamiento pueden ser, p. ej., ácidos silícicos pirógenos, estearatos u otros agentes anti-apelmazamiento conocidos por la bibliografía tales como, p. ej., trifosfato de calcio, silicatos de calcio, Al_2O_3 , MgO, $MgCO_3$ o ZnO. Ácido silícico pirógeno se ofrece, por ejemplo bajo el nombre comercial Aerosil®, por Degussa AG. Además, puede ser ventajoso que el sustrato en forma de polvo empleado presente aditivos activables por láser. Mediante este tipo de aditivos es posible, por ejemplo, la inscripción o la dotación posterior de los objetos tridimensionales con bandas conductoras eléctricas. Aditivos utilizables se describen, p. ej., en el documento DE 4402329.

Junto a o en lugar de agentes anti-apelmazamiento en parte inorgánicos de este tipo u otros aditivos, un sustrato en forma de polvo empleado de acuerdo con la invención puede presentar también cuerpos de relleno inorgánicos. El uso de cuerpos de relleno de este tipo tiene la ventaja de que éstos conservan esencialmente su forma mediante el tratamiento en la unión y, por consiguiente, reducen la contracción del objeto tridimensional. Además, mediante el uso de cuerpos de relleno es posible, p. ej., modificar las propiedades plásticas y físicas de los objetos. Así, mediante el uso de material en polvo que presenta polvo metálico, se pueden ajustar tanto la transparencia y el color como también las propiedades magnéticas o eléctricas del objeto. En calidad de materiales o cuerpos de relleno, el material en polvo puede presentar p. ej., partículas de vidrio, partículas cerámicas o partículas metálicas. Materiales de carga típicos son p. ej., granos finos metálicos, polvo de aluminio, esferas de acero o vidrio. De manera particularmente preferida, se emplean materiales en polvo que en calidad de cuerpos de relleno presentan esferas de vidrio. En una variante de realización preferida, el material en polvo de acuerdo con la invención presenta de 1 a 70% en peso, preferiblemente de 5 a 50% en peso y, de manera muy especialmente preferida, de 10 a 40% en peso de materiales de relleno.

Junto a o en lugar de agentes anti-apelmazamiento o materiales de relleno inorgánicos, un sustrato en forma de polvo empleado de acuerdo con la invención puede presentar también pigmentos inorgánicos u orgánicos. Estos pigmentos pueden ser, junto a pigmentos de colores que determinan el aspecto de color del cuerpo tridimensional a producir, también pigmentos que afectan a otras propiedades físicas de los objetos tridimensionales a fabricar tales como, p. ej., pigmentos magnéticos o pigmentos conductores tales como, p. ej., dióxido de titanio u óxido de estaño modificado de modo que sea conductor, que modifiquen el magnetismo o la conductividad del objeto. De manera particularmente preferida, el material en polvo a emplear presenta, sin embargo, pigmentos de colores inorgánicos u orgánicos, seleccionados de greda, ocre, tierra de sombra, tierra verde, tierra Siena calcinada, grafito, blanco de titanio (dióxido de titanio), blanco de plomo, blanco de zinc, litofono, blanco de antimonio, negro de carbono, negro de óxido de hierro, negro de manganeso, negro de cobalto, negro de antimonio, cromato de plomo, minio, amarillo de zinc, verde de zinc, rojo de cadmio, azul de cobalto, azul de Berlín, azul ultramarino, violeta de manganeso, amarillo de cadmio, verde de Schweinfurt, naranja de molibdato, rojo de molibdato, naranja de cromo, rojo de cromo, rojo de óxido de hierro, verde de óxido de cromo, amarillo de estroncio, pigmentos con efecto metálico, pigmentos perlados, pigmentos luminosos con pigmentos de fluorescencia y/o fosforescencia, tierra de sombra, gutapercha, carbón de huesos, marrón de Kasseler, índigo, clorofila, colorantes azo, indigoides, pigmentos de dioxazina, pigmentos de quinacridona, pigmentos de ftalocianina, pigmentos de isoindolinona, pigmentos de perileno, pigmentos de perinona, pigmentos de complejos metálicos, pigmentos de azul alcalino y dicetopirrolpirrol. Informaciones adicionales de los pigmentos empleables pueden tomarse, p. ej., de Römpp Lexikon Chemie - versión 2,0, Stuttgart/Nueva York: editorial Georg Thieme 1999, así como de la bibliografía allí citada.

- Los pigmentos empleados pueden presentar tamaños de granos como los que se describen para el material en polvo. A menudo, los pigmentos presentan, no obstante, tamaños de grano que son claramente menores que los tamaños medios de grano de los polímeros empleados. Los pigmentos pueden aplicarse, p. ej. de manera similar a los susceptores, a través de boquillas tal como se utilizan en cabezales de impresión, o pueden estar presentes en los sustratos en forma de polvo empleados, en particular en las partículas de polímero. De manera particularmente preferida el material en polvo de acuerdo con la invención presenta partículas de polímero que presentan uno o varios de los pigmentos mencionados – de preferencia con excepción de pigmentos blancos solos -. La proporción de los pigmentos en el material en polvo asciende preferiblemente a 0,01 hasta 25% en peso, preferiblemente a 0,1 hasta 10% en peso y, de manera particularmente preferida, a 1 hasta 3% en peso. La posibilidad de poder utilizar sustancias pigmentadas es otra ventaja del procedimiento de acuerdo con la invención con respecto a procedimientos de sinterización por láser, en los que los pigmentos de colores o los pigmentos metalizados entorpecen o debilitan al rayo láser y, por consiguiente, hacen imposible una elaboración de materiales de este tipo.
- En calidad de material en polvo pueden emplearse también sustancias que pueden ser consideradas como una forma particular de los cuerpos de relleno o pigmentos arriba mencionados. En este tipo de material en polvo, el polvo presenta granos de un primer material con un tamaño que es menor que las dimensiones arriba mencionadas para el material en polvo. Los granos están revestidos con una capa de un segundo material, eligiéndose el espesor de la capa de modo que el material en polvo a base de una combinación de grano del primer material y de revestimiento con el segundo material presente un tamaño como el arriba indicado. Los granos del primer material presentan de preferencia un tamaño que presenta una desviación del tamaño del material en polvo menor que 25%, preferiblemente menor que 10% y, de manera particularmente preferida, menor que 5%. El segundo material, que representa el revestimiento de los granos, es un material que, en comparación con los susceptores elegidos, puede ser calentado peor por la radiación de microondas. El segundo material debería presentar, además, una fluidez suficiente en estado calentado y debería poder ser sinterizado o fundido mediante la acción del calor, proporcionándose el calor por parte del susceptor. En calidad de material de revestimiento, los sustratos en forma de polvo (los materiales en polvo) pueden presentar, en particular, los polímeros o copolímeros arriba mencionados, preferiblemente elegidos de poliésteres, poli(cloruro de vinilo), poliacetato, polipropileno, polietileno, poliestireno, policarbonato, poli(N-metilmetacrilamidas) (PMMI), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), ionómero, poliamidas, copoliésteres, copoliamidas, terpolímeros, copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) o mezclas de los mismos, o resinas fenólicas. El primer material de esta forma particular del material en polvo puede comprender granos, p. ej. de arena, material cerámico, metal y/o aleaciones. Un material en polvo particularmente preferido de este tipo es arena revestida con resina fenólica o material sintético termoplástico, la denominada arena de moldear.
- Cuando el susceptor está en condiciones de transferir una cantidad suficiente de calor, es asimismo posible emplear en calidad de material en polvo, polvo metálico, en particular polvo de metales de bajo punto de fusión tales como, p. ej., plomo o estaño o aleaciones que presentan, p. ej., estaño o plomo. También, este material en polvo presenta preferiblemente las dimensiones arriba mencionadas. (En el caso de utilizar polvo metálico se ha de verificar primero si el metal es adecuado para tratamiento con microondas o si se produce la formación de chispas o bien una destrucción del generador de microondas. Una verificación de este tipo es posible mediante ensayos previos sencillos).
- Con el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden fabricar, por lo tanto, objetos tridimensionales que pueden ser provistos de una o varias capas funcionalizadas. Por ejemplo, una funcionalización tal como, p. ej., la dotación con propiedades conductoras de toda la pieza moldeada o bien de sólo zonas determinadas mediante la aplicación de correspondientes pigmentos o sustancias puede tener lugar análogamente al susceptor o mediante provisión de una capa a base de una sustancia en forma de polvo que presenta estos pigmentos.
- La aplicación del susceptor puede tener lugar análogamente a la aplicación del inhibidor descrita en el documento WO 01/38061. Preferiblemente, la aplicación del susceptor tiene lugar con un dispositivo móvil en el plano x,y. El dispositivo presenta la posibilidad de entregar a la capa proporcionada conforme a la etapa a) susceptores líquidos y/o en forma de polvo en zonas definidas. El dispositivo puede ser, p. ej., un cabezal de impresión tal como se emplea en una impresora de chorro de tinta. El control del dispositivo para el posicionamiento del cabezal de

impresión puede tener lugar asimismo de igual manera que el control del cabezal de impresión de una impresora de chorro de tinta. Con este dispositivo se aplica el susceptor en las zonas de la capa proporcionada conforme a la etapa a) a las que deba unirse el sustrato mediante sinterización o fusión.

- 5 En el procedimiento de acuerdo con la invención pueden emplearse todos los susceptores que son calentados por radiación de microondas. A ellos pertenecen materiales en polvo tales como, p. ej., polvos de metales, compuestos metálicos, polvos de material cerámico, grafito, negro de carbono o carbón activo, o líquidos próticos, elegidos del grupo de alcoholes alifáticos saturados, monovalentes o polivalentes, lineales, ramificados o cíclicos, por sí solos o en mezcla con agua o agua sola. En calidad de líquidos próticos se emplean preferiblemente glicerol, trimetilolpropano, etilenglicol, dietilenglicol o butanodiol, o mezclas de los mismos por sí solos o en mezcla con agua. Asimismo, es posible emplear mezclas de susceptores sólidos, líquidos o sólidos y líquidos. Asimismo, puede ser ventajoso suspender en líquidos susceptores presentes en forma de sólidos, que no son susceptores, con el fin de alcanzar una distribución mejor de los susceptores presentes en forma de sólido por toda la superficie de la capa proporcionada. Puede conseguirse otra ventaja si para la humectación mejor del sustrato, el susceptor, en particular el susceptor líquido, es provisto de tensioactivos.

En este procedimiento de acuerdo con la invención son imaginables, además, muchas combinaciones de susceptores/sustrato, siendo importante para el procedimiento una diferencia lo suficientemente grande de susceptor y sustrato en su capacidad por ser calentados por la radiación de microondas con el fin de que al final del procedimiento se obtenga una matriz que alcance un claro límite entre sustrato unido (es decir, tratado con susceptor) y sustrato no unido. Sólo de esta manera se asegura que el objeto tridimensional producido presente un contorno lo suficientemente liso y pueda ser fácilmente desprendido del sustrato no unido.

Con el fin de hacer posible una transferencia de calor lo suficientemente grande y prolongada del susceptor al sustrato, el punto de ebullición del susceptor o, en el caso de una mezcla de susceptores, de al menos un susceptor, debería ser mayor que el punto de fusión del sustrato utilizado. La dosificación del susceptor, así como las propiedades del polvo y del susceptor deben estar ajustadas entre sí, con el fin de que el susceptor, en particular en el caso de emplear un susceptor líquido, no discorra a través de las capas, sino que sea absorbido exclusivamente por el polvo a humectar. La determinación puede tener lugar, p. ej., mediante el ajuste de la viscosidad y la cantidad utilizada del susceptor. En este caso, la cantidad del susceptor líquido utilizado depende particularmente del espesor de capa del polvo, de la porosidad del polvo y del tamaño de las partículas. Para las distintas combinaciones de materiales la cantidad y viscosidad óptimas pueden determinarse en ensayos previos sencillos. Para el ajuste de la viscosidad pueden utilizarse inductores de viscosidad conocidos tales como ácidos silícicos pirógenos o también agentes orgánicos. El susceptor puede permanecer en la masa fundida o en la pieza moldeada. Esto puede ser incluso una ventaja en el caso del refuerzo o en el caso del ajuste de otras propiedades por parte del susceptor (conductividad eléctrica magnética).

La energía necesaria para el calentamiento del susceptor es aportada en forma de radiación de microondas. Puede ser ventajoso llevar las capas a sinterizar, mediante el aporte de calor, a una temperatura elevada o mantenerlas a una temperatura elevada que se encuentra por debajo de la temperatura de fusión o de sinterización del polímero empleado. De esta manera, se puede reducir la energía o la potencia a incorporar por parte de la energía de microondas. Lo desventajoso de una ejecución de este tipo es, no obstante, que se deben emplear dispositivos especiales que no están a menudo presentes en el hogar tales como, p. ej., hornos de cocer combinados con un microondas incorporado. No obstante, si aparatos de este tipo encontraran una amplia difusión, también es posible en el caso de una aplicación doméstica del procedimiento de acuerdo con la invención no aportar una parte de la energía de sinterización requerida mediante energía de microondas.

El tratamiento con radiación de microondas conforme a la etapa c) puede tener lugar como se ha descrito antes según cualquier etapa b), o bien sólo después de haber tratado todas las capas con el susceptor. En particular, en el caso de utilizar un susceptor líquido se ha manifestado ventajoso efectuar el tratamiento con microondas en cada caso directamente después del tratamiento de una capa conforme a la etapa b), de preferencia directamente en el espacio constructivo, ya que si no existe el riesgo de que el susceptor líquido se distribuya también en partes indeseadas de la capa o bien de la matriz constituida por varias capas.

La radiación de microondas necesaria para el procedimiento de acuerdo con la invención se genera por un generador de microondas, preferiblemente externo, que puede encontrarse en un intervalo de frecuencias de 300 MHz a 300 GHz. Las frecuencias empleadas en procesos industriales y sometidas a una autorización estatal ascienden, por norma general, a 430 hasta 6800 MHz (Encyclopedia of Chemical Processing and Design, vol. 30, pág. 202 ff, Marcel Dekker, N.Y. – Basilea, 1989). Por lo tanto, en el procedimiento de acuerdo con la invención se emplea preferiblemente una radiación de microondas en el intervalo de frecuencia de 430 a 6800 MHz. La radiación generada por el generador de microondas puede eventualmente polarizarse y/o filtrarse.

Por medio del procedimiento de acuerdo con la invención se pueden fabricar cuerpos moldeados tridimensionales. Estos objetos tridimensionales fabricados en capas se encuentran al final, después de concluido el procedimiento de acuerdo con la invención, en una matriz que es formada por varias capas. A partir de esta matriz, que se compone de un sustrato en forma de polvo unido y no unido, así como de susceptor, puede retirarse el objeto, mientras que el sustrato no unido, eventualmente después de un tratamiento, p. ej., mediante tamizado, puede emplearse de nuevo. Los cuerpos moldeados de acuerdo con la invención pueden presentar cuerpos de relleno, seleccionados de esferas de vidrio, ácidos silícicos o partículas de metales.

El procedimiento de acuerdo con la invención se lleva a cabo preferiblemente en un dispositivo de acuerdo con la invención para la fabricación en capas de objetos tridimensionales, el cual se caracteriza porque presenta

- un dispositivo móvil para la aplicación en capas de un sustrato en forma de polvo sobre una plataforma de trabajo o una capa eventualmente ya presente sobre la plataforma de trabajo de un sustrato en forma de polvo, tratado o no tratado, tal como, p. ej., una rasqueta,
- un dispositivo móvil en el plano x,y para la aplicación de un susceptor sobre zonas elegidas de la capa a base de sustrato en forma de polvo tal como, por ejemplo, un cabezal de impresión, y
- un generador de microondas, adecuado para la generación de radiación de microondas en el intervalo de 300 MHz a 300 GHz, preferiblemente de 430 a 6800 MHz, con el que se puede calentar el susceptor hasta que el sustrato se una mediante fusión o sinterización en las zonas en las que ya fue aplicado el susceptor sobre el sustrato.

El dispositivo está equipado preferiblemente con varios depósitos de reserva, a partir de los cuales puede ser aportado el sustrato en forma de polvo a elaborar al dispositivo para la producción de las capas, y el o los susceptores empleados pueden ser aportados al dispositivo móvil en el plano x,y para la aplicación de un susceptor sobre zonas elegidas de la capa a base de sustrato en forma de polvo. Mediante el uso de cabezales de impresión con varias boquillas y la provisión de una mezcladora, puede conseguirse que en determinadas zonas de la capa, p. ej. en zonas particularmente con filigranas o, p. ej., en el borde del objeto a producir, se empleen otras mezclas de susceptores que en la zona de núcleo del objeto a producir. De este modo puede crearse un aporte de energía diferente en distintas posiciones de la capa.

Asimismo objeto de la presente invención es el material en polvo tal como se ha descrito precedentemente, el cual es adecuado para su empleo en el procedimiento de acuerdo con la invención y que se caracteriza particularmente porque presenta un tamaño medio de grano de 10 a 150 μm y al menos un poliéster o copoliéster, elegido de poli(cloruro de vinilo), poliésteres, poliacetato, polipropileno, polietileno, poliestireno, policarbonato, PMMA, PMMI, iónomero, poliamidas, copoliésteres, copoliamidas, terpolímeros o ABS, o mezclas de los mismos. De manera particularmente preferida, el polvo presenta poliamida 11, poliamida 12, copoliamida o copoliéster, o mezclas de los mismos. De manera particularmente preferida, el polvo presenta partículas de polímero que están coloreadas y presentan un color distinto al blanco.

El procedimiento de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención se explican más detalladamente con ayuda de la figura Fig. 1, sin que la invención deba limitarse a esta forma de realización. La Fig. 1 reproduce esquemáticamente al dispositivo de acuerdo con la invención. Sobre un fondo móvil (6), sustrato en forma de polvo (2) no tratado, que está dispuesto en un recipiente de reserva (1), se constituye para formar una matriz (8). El sustrato se reparte por medio de una rasqueta (2) en capas delgadas sobre el fondo móvil o bien sobre capas previamente aplicadas. A través de un dispositivo (3) móvil en el plano x,y, el susceptor (4) se aplica sobre zonas elegidas de la capa a base del sustrato en forma de polvo. Después de cada tratamiento con un susceptor se aplica una nueva capa del sustrato en forma de polvo. Por medio de un generador de microondas,

adecuado para generar radiación de microondas en el intervalo de 300 MHz a 300 GHz (5), se unen las zonas del sustrato aplicado que fueron tratadas con el susceptor para formar un objeto tridimensional tal como, p. ej., una taza (7).

- 5 El procedimiento de acuerdo con la invención se explica más detalladamente con ayuda de los siguientes Ejemplos, sin que la invención deba estar limitada a éstos.

Ejemplo 1: Fabricación de una taza a partir de una copoliamida

- 10 En el dispositivo descrito en la Fig. 1 se fabrica un modelo de una taza con un diámetro externo de 80 mm, una altura de 60 mm y un grosor de pared de 1,5 mm a partir de un polvo de copoliamida (VESTAMELT 840, Degussa AG, Marl). En calidad de susceptor se utiliza una suspensión basada en grafito que presenta 40% en masa de agua, 40% en masa de grafito y 20% en masa de isopropanol. El dispositivo tiene una temperatura de funcionamiento de aprox. 40°C. La frecuencia del generador de microondas asciende a 2450 MHz. El espesor de
15 capa asciende a 0,15 mm. Por cada capa se introduce una potencia de 700 vatios durante en cada caso 30 segundos. El valor d_{50} del polvo asciende a 60 μm .

Ejemplo 2: Fabricación de un tirante a base de poliamida 12

- 20 En el dispositivo ya descrito se fabrica un tirante con una longitud de 160 mm, una anchura de 10 mm y una altura de 4 mm a partir de un polvo de poliamida 12 (EOSINT P PA 2200, EOS GmbH Electro Optical Systems, Krailling, Alemania). En calidad de susceptor pasa a emplearse etilenglicol. El dispositivo tiene una temperatura de funcionamiento de aprox. 160°C. La frecuencia del generador de microondas asciende a 2450 MHz. El grosor al que aplicaron las capas de polvo ascendió a 0,15 mm. Por cada capa se introduce una potencia de 750 vatios
25 durante 45 segundos. El polvo utilizado presentaba un valor d_{50} de 55 μm .

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la fabricación de un objeto tridimensional, el cual comprende una provisión de
 a) proporcionar una capa de un sustrato en forma de polvo, caracterizado por las etapas
 b) aplicar selectivamente al menos un susceptor que absorbe microondas sobre zonas a tratar de la
 capa de a), eligiéndose las zonas sobre las que se dispone el susceptor de acuerdo con la
 sección transversal del objeto tridimensional, a saber de manera que solamente se dispone el
 susceptor sobre las zonas que constituyen la sección transversal del objeto tridimensional,
 10 c) tratar al menos una vez la capa con radiación de microondas, de modo que las zonas de la capa
 provistas con el susceptor así como eventualmente con zonas de la capa situada por debajo
 provistas del susceptor son unidas entre sí mediante fusión o sinterización.
- 15 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa c) se lleva a cabo después de haber
 ejecutado en cada caso x veces la etapa a) y la etapa b), con x igual a 1 hasta un número de etapas a) y b)
 realizadas.
- 20 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque al comienzo se lleva a cabo una vez la etapa c),
 después de haber llevado a cabo una vez la etapa a), a continuación la etapa b) y, seguidamente, la etapa a), y, a
 continuación, se llevan a cabo las otras etapas en la secuencia b), a) y c).
- 25 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque las etapas a) y b) se repiten tantas
 veces hasta que en una matriz estén presentes todas las superficies en sección transversal de las que está
 constituido el objeto tridimensional, y las delimitaciones externas del objeto se forman por el límite entre el material
 en polvo con el susceptor aplicado y el material en polvo no tratado y, a continuación, se lleva a cabo la etapa c).
- 30 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la etapa c) se lleva a cabo en el espacio
 constructivo inferior del dispositivo.
- 35 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la etapa c) se lleva a cabo en otro
 equipo que el equipo para llevar a cabo las etapas a) y b).
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la etapa c) se lleva a cabo en un
 microondas usual en el comercio para la preparación de alimentos.
- 40 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el sustrato en forma de polvo
 empleado presenta un tamaño medio de grano de 10 a 150µm.
- 45 9.- Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la radiación de
 microondas se emplea en el intervalo de frecuencias de 430 a 6800 MHz.
- 50 10.- Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque en calidad de
 susceptor se emplea polvo de metales o compuestos metálicos, polvo de material cerámico, grafito o carbón
 activo, o líquidos próticos, elegidos del grupo de alcoholes alifáticos saturados, monovalentes o polivalentes,
 lineales, ramificados o cíclicos por sí solos o en mezcla con agua o agua sola.
- 11.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque en calidad de líquido prótico se emplea
 glicerol, trimetilolpropano, etilenglicol, dietilenglicol o butanodiol, o mezclas de los mismos por sí solos o en mezcla
 con agua.
- 12.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque en calidad de sustrato en forma
 de polvo se emplean polímeros.
- 13.- Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque en calidad de sustrato en forma de polvo se

emplean polímeros o copolímeros, preferiblemente elegidos de poliésteres, poli(cloruro de vinilo), poliacetal, polipropileno, polietileno, poliestireno, policarbonato, PMMI, PMMA, ionómero, poliamidas, copoliésteres, copoliamidas, terpolímeros, ABS o mezclas de los mismos.

- 5 14.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque se emplea un sustrato en forma de polvo que presenta de 0,05 a 5% en peso de un agente anti-apelmazamiento.
- 15.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado porque se emplea un sustrato en forma de polvo que presenta cuerpos de relleno inorgánicos.
- 10 16.- Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado porque en calidad de cuerpos de relleno se emplean esferas de vidrio.
- 15 17.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque se emplea un sustrato en forma de polvo que presenta pigmentos inorgánicos u orgánicos.
- 18.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque se emplea sustrato en forma de polvo que presenta aditivos activables por láser.
- 20 19.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque en calidad de sustrato en forma de polvo, que se puede sinterizar o fundir mediante la acción de calor, se emplean granos revestidos a base de arena, material cerámico, metal y/o aleaciones o polvo de metales.
- 25 20.- Dispositivo para la fabricación en capas de objetos tridimensionales, en el que el dispositivo presenta
- un dispositivo móvil para la aplicación en capas de un sustrato en forma de polvo sobre una plataforma de trabajo o una capa eventualmente ya presente sobre la plataforma de trabajo de un sustrato en forma de polvo tratado o no tratado, y
 - un generador de microondas, adecuado para la generación de radiación de microondas en el intervalo de 300 MHz a 300 GHz,
- 30 caracterizado por un dispositivo móvil en el plano x,y para la aplicación de un susceptor sobre zonas elegidas de la capa a base de sustrato en forma de polvo.
- 21.- Cuerpo moldeado, fabricado según un procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 19.
- 35 22.- Cuerpo moldeado según la reivindicación 21, caracterizado porque el cuerpo moldeado presenta cuerpos de relleno elegidos de esferas de vidrio, ácidos silícicos, partículas metálicas o partículas de aluminio.

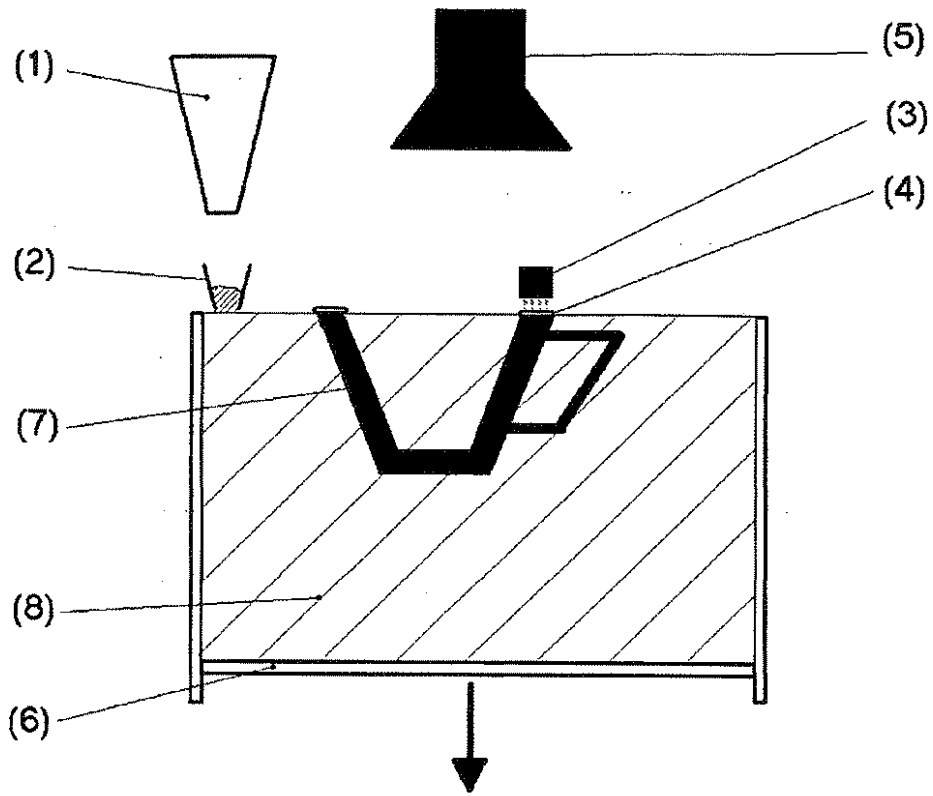


Fig. 1