

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 919 126**

51 Int. Cl.:

B22F 10/28 (2011.01)

B22F 12/42 (2011.01)

B22F 12/13 (2011.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2016** **PCT/DE2016/000399**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017** **WO17084648**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2016** **E 16816572 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2022** **EP 3377321**

54 Título: **Método para la impresión 3D con un espectro de longitud de onda estrecho**

30 Prioridad:

20.11.2015 DE 102015014964

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

22.07.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

GÜNTHER, DANIEL;
SCHECK, CHRISTOPH;
BRÜLLER, LISA y
REEVERS, JAMES

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 919 126 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

Método para la impresión 3D con un espectro de longitud de onda estrecho

5 La invención se refiere a un método para fabricar modelos o piezas moldeada tridimensionales.

10 En la patente europea EP 0 431 924 B1 se describe un método para fabricar objetos tridimensionales a partir de datos informáticos. A este respecto, se aplica un material en partículas en una capa delgada sobre una plataforma y se imprime selectivamente con un material aglutinante por medio de un cabezal de impresión. La zona de partículas impresa con el aglutinante se pega y solidifica bajo la influencia del aglutinante y, si es necesario, de un endurecedor adicional. A continuación, la plataforma se baja en un espesor de capa en un cilindro de construcción y se provee de una nueva capa de material en partículas, que igualmente se imprime como se describe anteriormente. Estas etapas se repiten hasta que se alcanza cierta altura deseada del objeto. Así se origina un objeto tridimensional a partir de las zonas impresas y solidificadas.

15 Este objeto fabricado de material en partículas solidificado está embebido en material en partículas suelto después de su conclusión y a continuación se libera de él. Esto se realiza, por ejemplo, por medio de una aspiradora. Luego quedan los objetos deseados, que luego se liberan del polvo residual, por ejemplo, mediante el cepillado.

20 Otros procesos de creación rápida de prototipos con soporte de polvo, tal como, por ejemplo, la sinterización por láser selectiva o la sinterización por haz de electrones, también funcionan de manera similar, en las que respectivamente asimismo un material en partículas sueltas se aplica en capas y se solidifica selectivamente con la ayuda de una fuente de radiación o energía física controlada.

25 A continuación, todos estos métodos se resumen bajo el término "métodos de impresión tridimensional" o "métodos de impresión 3D".

30 Con este método se pueden procesar distintos materiales en partículas, entre otros también materiales poliméricos. Sin embargo, la desventaja aquí consiste en que la carga de material en partículas no puede exceder una cierta densidad aparente, que habitualmente es del 60% de la densidad sólida. Sin embargo, la resistencia de los componentes deseados depende en gran medida de la densidad lograda. En este sentido, aquí sería necesario para una alta resistencia de los componentes añadir un 40% o más del volumen de material en partículas en forma de aglutinante líquido. Este no es solo un proceso relativamente lento debido a la entrada de gotas individuales, sino que también causa muchos problemas de proceso, que se dan, por ejemplo, por la inevitable contracción del volumen de líquido durante la solidificación.

35 En otra forma de impresión 3D, que se conoce entre los expertos bajo el término "sinterización de alta velocidad", abreviado HSS, la solidificación del material en partículas se realiza a través de la incorporación de radiación infrarroja (radiación IR). A este respecto, el material en partículas está unido físicamente por un proceso de fusión. En este caso se aprovecha la absorción comparativamente mala de la radiación térmica en los plásticos incoloros. Esto se puede aumentar muchas veces incorporando un aceptor o absorbente de IR en el plástico. A este respecto, la radiación IR se puede incorporar a través de distintas posibilidades, tal como, por ejemplo, un radiador de IR en forma de barra, que se mueve uniformemente sobre el campo de construcción (radiador de sinterización). La selectividad se logra a través de la impresión dirigida y selectiva de la capa respectiva con un aceptor de IR.

40 En los puntos que han sido impresos, la radiación IR se acopla esencialmente mejor en el material en partículas que en las zonas no impresas. Esto conduce a un calentamiento selectivo en la capa por encima del punto de fusión y, por lo tanto, a una solidificación selectiva en estas zonas. Este proceso se describe, por ejemplo, en los documentos EP 1 740 367 B1 y EP 1 648 686 B1 y, en lo sucesivo, se abrevia con la designación HSS.

45 Por el proceso de sinterización por láser se conocen distintos materiales, que también se pueden procesar con este método. A este respecto, material más importante con diferencia es la poliamida 12. Hay varios fabricantes de este material. Se logran excelentes resistencias para los procesos de construcción por capas.

50 El material se puede adquirir como un polvo fino que se puede procesar directamente en esta calidad. Sin embargo, debido al proceso de fabricación, se incurre en costes elevados, que pueden superar los costes de la poliamida estándar en el factor de 20 a 30.

55 En el proceso HSS según el estado de la técnica, al igual que en la sinterización por láser, el polvo se lleva a una temperatura cercana al punto de fusión del material para el procesamiento. A este respecto, el polvo "envejece" y solo se puede utilizar de forma limitada en procesos posteriores. El resultado es una tasa de reciclaje que influye esencialmente en los costes de proceso y los encarece.

60 Se influye en la exactitud de los componentes de forma decisiva por el control del proceso. A este respecto, la homogeneidad de la densidad y temperatura del lecho de polvo en el espacio de construcción es decisiva.

La característica de radiación de los radiadores IR convencionales que funcionan térmicamente generalmente no se debe designar como "monocromática". Más bien, la radiación se compone de un espectro amplio y continuo de distintas longitudes de onda.

5 Se debe encontrar un absorbente correspondiente para las longitudes de onda originadas y añadirlo al material a imprimir selectivamente, también designado como tinta. Esto a menudo limita la coloración de la tinta. Además, la selección está limitada a menudo, de modo que se puede partir en general de un grado de eficiencia débil.

10 Además, la potencia de la fuente de radiación está conectada indisolublemente a la temperatura del filamento o hilo calefactor y, por tanto, a la longitud de onda emitida. Esto describe la ley de Stefan-Boltzmann y la ley de desplazamiento de Wien. Por lo tanto, en caso de una escalación de la potencia se debe tener en cuenta el desplazamiento de la longitud de onda. Además, la radiación secundaria se produce preferiblemente en el rango IR lejano, ya que igual se calientan la carcasa de filamentos o de hilos calefactores, tal como, por ejemplo, los cuerpos de cristal de cuarzo, y por lo tanto se convierten en radiadores. En precisamente este rango de longitud de onda, los polímeros presentan por lo general máximos de absorción.

15 En el rango visible, en el que hay excelentes absorbentes para diferentes longitudes de onda (colores), presentan componentes IR significativos que funcionan térmicamente, que no se calientan selectivamente y, por lo tanto, calientan el polvo no impreso de forma incontrolable en el sentido del proceso. El objetivo de poder influir de forma dirigida en ambos tipos de superficies, impresas y no impresas, solo se puede lograr de forma limitada.

20 Cualquier calentamiento descontrolado representa una fuente de calor residual. Tales fuentes reducen la eficiencia del dispositivo y, debido al control del proceso sensible, también la capacidad del proceso de impresión 3D.

25 El documento WO 2005/090055 A1 da a conocer un método para fabricar piezas moldeadas 3D según el preámbulo de la reivindicación 1 de la presente invención.

30 El objetivo de la invención es proporcionar un método que reduzca las desventajas del estado de la técnica o ayude a evitarlas por completo. Otro objetivo de la invención es diseñar el método de modo que el calentamiento de los tipos de superficies "impresas y no impresas" se puedan efectuar de forma dirigida.

35 Este objetivo se logra según la invención mediante un método para fabricar piezas moldeadas 3D, donde se aplica material de construcción en forma de partículas sobre un campo de construcción en una capa definida por medio de un recubridor, se aplica selectivamente uno o varios líquidos o material en partículas de uno o varios absorbentes, se realiza un aporte de energía con medios adecuados y así se realiza una solidificación selectiva de las zonas impresas con absorbente a una temperatura de solidificación o temperatura de sinterización por encima de la temperatura de fusión del polvo, el campo de construcción se reduce en un espesor de capa o el recubridor se eleva una capa de espesor, estas etapas se repiten hasta que se genera la pieza moldeada 3D deseada, caracterizado porque el aporte de energía de impreso se realiza por un radiador de sinterización por medio de LED en un estrecho espectro de longitud de onda con un ancho de 0,2 μm a 0,1 μm .

40 Según la invención, este objetivo se consigue además porque fuentes de radiación LED se utilizan como radiadores de sinterización, que presentan una longitud de onda a caracterizar como esencialmente monocromática. Estas pueden ser fuentes de luz LED especiales. Estos tipos de radiadores presentan una distribución espectral muy estrecha. Si se origina radiación térmica adicionalmente durante el proceso de generación de radiación, esta se puede reducir mediante refrigeración.

45 Igualmente forma parte de la revelación, pero no de la presente invención, el uso de una superficie iluminada por medio de una fuente de luz no necesariamente monocromática, que está caracterizada por un material fluorescente que luego emite radiación monocromática. Esto tiene la ventaja de usar longitudes de onda de forma dirigida, que no son accesibles por medio de fuentes de luz monocromáticas disponibles en el mercado y/o cuyo uso no es factible. Además, de este modo se puede lograr una mejor uniformidad de la intensidad de la radiación emitida en relación con la superficie.

50 Debido al uso de fuentes de radiación LED con un espectro de longitud de onda estrecho se aumenta además la selección de materiales transparentes a la radiación. Esto incluye materiales disponibles en el mercado que se pueden usar como difusores para maximizar igualmente la uniformidad de la radiación.

55 De este modo es accesible la iluminación con radiación de mayor energía según la revelación, lo que aumenta la profundidad de penetración en la capa de polvo. De este modo, se puede aumentar la unión entre las superficies individuales parcialmente fundidas en el método de construcción, lo que beneficia la resistencia de las piezas moldeadas a fabricar. El uso de las fuentes de radiación descritas no solo permite reducir la distancia de radiadores respecto a la superficie, sino también el tamaño del radiador, por lo que se pueden implementar geometrías de máquina más compactas y se puede aumentar considerablemente la eficiencia energética.

Se elimina el tiempo de calentamiento y enfriamiento de los radiadores que ocurre con las fuentes de radiación convencionales en el rango visible o infrarrojo, con lo que el proceso de construcción por capas se puede acelerar considerablemente. Igualmente se elimina un envejecimiento mucho elevado de las fuentes de radiación convencionales debido a los frecuentes procesos de calentamiento y enfriamiento.

Debido a la falta de inercia de reacción es posible un encendido o apagado selectivo de las fuentes de radiación durante un paso sobre la superficie a irradiar, por ejemplo, después de un método matricial.

Por consiguiente, las temperaturas de las superficies se pueden ajustar de forma dirigida. Las pérdidas de calor residual se limitan y, por lo tanto, aumenta el rendimiento global del dispositivo. Esto puede ser en particular ventajoso para máquinas con componentes sensibles a la temperatura, ya que la propia sala de máquinas se puede mantener más fría.

Al considerar aspectos de seguridad como la protección contra incendios, las mejoras mencionadas también son una gran ventaja debido a la generación de calor significativamente reducida. El envejecimiento o la degradación del material en partículas utilizado debido a las altas temperaturas también se puede reducir aún más en las superficies a solidificar y simplificarse la eliminación de los puntos solidificados después del proceso de enfriamiento.

Dado que la potencia del radiador no está acoplada a la longitud de onda, la potencia del dispositivo se puede aumentar sin problemas. El proceso en sí queda inalterado.

Algunas de las ventajas descritas también se pueden lograr igualmente mediante el uso de fuentes de luz no monocromáticas, siempre que estas presenten una zona suficientemente estrecha y se puedan hacer funcionar a temperaturas más altas que las habituales comercialmente. De este modo se reduce el ancho de banda de la radiación emitida, tal como se puede deducir de la ley de radiación de Planck. Un tamaño pequeño permitiría una irradiación más uniforme e igualmente permitiría dejar fuera zonas que no se solidifican, en particular porque los tiempos de encendido y apagado se acortan con temperatura del radiador creciente.

La menor pérdida de potencia y el tamaño de los radiadores descritos permiten un diseño anidado de emisores de diferentes longitudes de onda sin tener que renunciar a la uniformidad de la intensidad de radiación en relación con la superficie. También es posible una estructura con emisores de tres longitudes de onda diferentes.

Con la naturaleza de banda estrecha de los emisores, los componentes individuales del activador, en particular el líquido portador, se pueden excitar selectivamente en un aspecto de la invención. De este modo, los componentes líquidos se pueden evaporar inmediatamente después de la aplicación de modo que no permanezcan en la pieza moldeada a fabricar.

El control de temperatura esencialmente más dirigido al objetivo según la revelación permite alcanzar diferentes temperaturas en la aplicación de líquido selectiva a un mismo y el mismo absorbente, controlado por la cantidad aplicada, de modo al usar simultáneamente dos materiales en partículas distintos con temperaturas de sinterización diferentes en una mezcla, se puede fundir de forma dirigida una parte del tipo de material en partículas, donde la otra queda de forma inalterada. De este modo, se puede influir en las propiedades del cuerpo moldeado de forma dirigida a través de la cantidad de absorbente.

Algunos términos de la invención se explican con más detalle a continuación. "Cuerpo moldeado" o "componente" en el sentido de la invención son todos los objetos tridimensionales fabricados por medio del método según la invención, que presentan una estabilidad dimensional.

El "espacio de construcción" es el lugar geométrico en el que crece la carga de material en partículas durante el proceso de construcción mediante el recubrimiento repetido con material en partículas o a través del cual pasa la carga en principios continuos. En general, el espacio de construcción se delimita por un piso, la plataforma de construcción, por paredes y una superficie superior abierta, el nivel de construcción. Con principios continuos existen la mayoría de las veces una cinta transportadora y paredes laterales delimitadoras.

La "fase de calentamiento" caracteriza el calentamiento del dispositivo al comienzo del método. La fase de calentamiento se completa cuando la temperatura de consigna del dispositivo se vuelve estacionaria.

La "fase de enfriamiento" dura al menos hasta que la temperatura es tan baja que los componentes no sufren deformaciones plásticas apreciables cuando se retiran del espacio de construcción.

Todos los materiales conocidos para la impresión 3D basada en polvo se pueden utilizar como "materiales en partículas", en particular polímeros, cerámicas y metales. También son posibles materiales en partículas de mezclas de materiales o composites de diferentes materiales, así como materiales en partículas a base de materias primas renovables, tal como, por ejemplo, fibras de celulosa o polvo de madera. El material en partículas es

preferentemente un polvo seco que fluye libremente, pero también se puede usar un polvo cohesivo resistente a los cortes o un líquido cargado de partículas. En este documento se utilizan como sinónimos material en partículas y polvo.

El "activador" o "absorbente" en el sentido de esta invención es un medio procesable con un cabezal de impresión de chorro de tinta o con otro dispositivo que funcione en forma de matriz, que promueva la absorción de radiación para el calentamiento local del polvo. El "absorbente" también puede ser en forma de partículas, tal como, por ejemplo, tóner negro. Los absorbentes se pueden aplicar de forma uniforme o selectiva en cantidades diferentes. Cuando se aplica en diferentes cantidades, se puede controlar la resistencia en el material de construcción y lograr selectivamente diferentes resistencias, por ejemplo, en la pieza moldeada a fabricar. El rango de la resistencia va desde una resistencia como la del propio componente hasta una resistencia que se sitúa solo ligeramente por encima de la del material de construcción sin una impresión de absorbente. Por consiguiente, es posible efectuar una regulación de temperatura en el campo de construcción/espacio de construcción y, si se desea, quitar la envolvente, que sirve para la regulación de temperatura, también fácilmente el componente fabricado.

En este documento, "calentamiento por IR" significa especialmente una irradiación del campo de construcción con un radiador IR. A este respecto, el radiador también puede ser estático o moverse sobre el campo de construcción con una unidad de desplazamiento. Gracias al uso del activador, el calentamiento por IR en el campo de construcción conduce a aumentos de temperatura de diferentes magnitudes.

"Calentamiento por radiación" generaliza el término calentamiento por IR. Un sólido o un líquido se puede calentar absorbiendo radiación de cualquier longitud de onda.

Con "tipo de superficie" se expresa la diferenciación entre zonas no impresas e impresas con absorbente.

Un "radiador IR" es una fuente de radiación infrarroja. A este respecto, la mayoría de las veces se utilizan alambres incandescentes en carcasas de cuarzo o cerámica para generar la radiación. Dependiendo de los materiales utilizados resultan diferentes longitudes de onda de radiación. Con este tipo de radiador, la longitud de onda depende adicionalmente de la potencia.

Una "fuente de radiación" generalmente emite radiación en una longitud de onda determinada o rango de longitud de onda. Una fuente de radiación con radiación casi monocromática se denomina "radiador monocromático". Una fuente de radiación también se denomina "emisor". En el sentido de la invención se utilizan radiadores con un rango de longitud de onda estrecho, donde un rango es de 0,2 a 0,1 μm .

Un "radiador instalado en altura" en el sentido de la invención es una fuente de radiación que está colocada sobre el campo de construcción. Es estacionaria pero puede regularse en su potencia de radiación. Esencialmente, aporta un calentamiento no selectivo plano.

El "radiador de sinterización" es una fuente de radiación que calienta el polvo de proceso por encima de su temperatura de sinterización. Puede ser estacionario. Pero en realizaciones preferidas se mueve sobre el campo de construcción. En el sentido de esta invención, el radiador de sinterización está realizado como un radiador monocromático.

"Sinterización" es el término para la coalescencia parcial de las partículas en polvo. En este sistema, con la sinterización está asociada la constitución de resistencia.

El término "ventana de sinterización" designa la diferencia de temperatura del punto de fusión que se produce durante el primer calentamiento del polvo se calienta y el punto de solidificación que se produce durante el enfriamiento posterior.

La "temperatura de sinterización" es la temperatura desde la que el polvo se funde y se conecta por primera vez.

Por debajo de la "temperatura de recristalización", el polvo una vez fundido vuelve a solidificarse y se contrae claramente.

La "densidad de empaquetamiento" describe el llenado del espacio geométrico por el sólido. Depende de la naturaleza del material en partículas y del dispositivo de aplicación y es una magnitud de partida importante para el proceso de sinterización. En la mayoría de los casos, la densidad de empaquetamiento no es del 100% y se encuentra cavidades entre las partículas del material en partículas y una cierta porosidad está presente en la aplicación del material en partículas y en la pieza moldeada final.

El término "contracción" designa el proceso de acortamiento geométrico de una dimensión de un cuerpo geométrico como resultado de un proceso físico. A modo de ejemplo, la sinterización de polvos no idealmente empaquetados es

un proceso que implica una contracción en relación con el volumen inicial. Se puede asignar una dirección a una contracción.

La "deformación" ocurre cuando el cuerpo sufre una contracción no uniforme en un proceso físico. Esta deformación puede ser reversible o irreversible. La deformación a menudo se refiere a la geometría global del componente.

En este documento, como "curling" se designa un efecto que proviene del modo de proceder en capas en la invención descrita. A este respecto, las capas generadas en rápida sucesión están expuestas respectivamente a una contracción diferente. Como resultado de los efectos físicos, el compuesto se deforma luego en una dirección que no coincide con la dirección de contracción.

El "valor de gris" designa la cantidad de activador impreso en el polvo. A este respecto, según la invención se pueden imprimir distintos valores de gris sobre el campo de construcción para lograr diferentes grados de calentamiento.

Todos los materiales conocidos para la impresión 3D basada en polvo se pueden utilizar como "materiales en partículas" o "materiales de construcción en forma de partículas" o "materiales de construcción", en particular polímeros, cerámicas y metales. El material en partículas es preferentemente un polvo seco que fluye libremente, pero también se puede usar un polvo cohesivo resistente a los cortes o un líquido cargado de partículas. En este documento, material en partículas y polvo se utilizan como sinónimos.

La "aplicación de material en partículas" es el proceso en el que se crea una capa definida de polvo. Esto se puede realizar en la plataforma de construcción o en un plano inclinado con respecto a una cinta transportadora en el caso de principios continuos. La aplicación de material en partículas también se denomina a continuación "recubrimiento" o "revestimiento".

En el sentido de la invención, la "aplicación de líquido selectiva" se puede realizar después de cada aplicación de material en partículas o, dependiendo de los requisitos del cuerpo moldeado y para optimizar la fabricación del cuerpo moldeado, también de forma irregular, por ejemplo, varias veces referido a una aplicación de material en partículas. A este respecto, se imprime una imagen en sección a través del cuerpo deseado. En el contexto de la presente invención, el absorbente se puede recibir, dispersar o disolver en un líquido o tinta como soporte o medio de impresión.

Cualquier dispositivo de impresión 3D conocido que contenga los componentes necesarios se puede utilizar como "dispositivo" para llevar a cabo el método según la invención. Los componentes comunes contienen el recubridor, campo de construcción, medios para desplazar el campo de construcción u otros componentes en métodos continuos, dispositivos de dosificación y medios de calentamiento e irradiación y otros componentes conocidos por los expertos en la materia, que por lo tanto no se exponen aquí más en detalle.

La "absorción" designa la recepción de energía térmica de la radiación por parte del material de construcción. La absorción depende del tipo de polvo y de la longitud de onda de la radiación.

El "portador" designa el medio en el que está presente el absorbente real. Puede ser un aceite, un disolvente o, en general, un líquido. Para ello, también se remite al término "aplicación de líquido selectiva".

En adelante, "calentamiento inducido por radiación" significa la irradiación del campo de construcción con fuentes de radiación fijas o móviles. El absorbente está adaptado al tipo de radiación y preferentemente optimizado. A este respecto, se debería producir un calentamiento de diferente intensidad del polvo "activado" y no "activado". "Activado" significa que la temperatura en estas zonas se aumenta por la impresión del absorbente en comparación con las zonas restantes en el espacio de instalación. "Temperatura básica" en el sentido de la invención es la temperatura que se ajusta en el espacio de construcción en la superficie del material en partículas y en el material en partículas impreso con medios adecuados, por ejemplo, un radiador IR. A este respecto, la temperatura base se selecciona de modo que sea adecuada en relación con el material en partículas y en interacción con el absorbente para lograr una solidificación selectiva con propiedades materiales positivas.

El material de construcción siempre se aplica en una "capa definida" o "espesor de capa", que se ajusta individualmente según el material de construcción y las condiciones del método. Es, por ejemplo, de 0,05 a 0,5 mm, preferentemente de 0,1 a 0,3 mm.

El objetivo en el que se basa la invención se logra mediante un método que está caracterizado porque la radiación esencialmente monocromática se selecciona o genera por una o varias fuentes de luz LED en un espectro de longitud de onda estrecho con un ancho de 0,2 μm a 0,1 μm .

El control de temperatura en el método según la invención se puede realizar de diferentes maneras dependiendo de los requisitos y características constructivas del dispositivo de impresión 3D utilizado. Así se puede utilizar un

radiador instalado en altura y/o un radiador de sinterización. Por otro lado, el método puede estar caracterizado porque se usa un radiador instalado en altura para el calentamiento básico y un calentador de sinterización para el calentamiento de las superficies impresas por encima de la temperatura de fusión.

Preferentemente el método se lleva a cabo de modo que se utiliza un radiador de sinterización que presenta una longitud de onda para el calentamiento de las superficies impresas por encima de la temperatura de fusión, y que presenta una longitud de onda para el calentamiento de las superficies no impresas por encima de la temperatura de recristalización, donde preferentemente no se usa ningún radiador instalado en altura estático o que se usa un radiador instalado en altura estático que presenta una longitud de onda para el calentamiento de las superficies impresas por encima de la temperatura de fusión, y que presenta una longitud de onda para el calentamiento de las superficies no impresas por encima de la temperatura de recristalización, donde preferentemente no se usa ningún radiador de sinterización móvil.

Además, el método puede estar caracterizado porque se puede regular la potencia de los elementos respectivos y se puede realizar una regulación del calentamiento respectivo.

En otro aspecto, el método puede estar caracterizado porque el encendido o apagado selectivo de las fuentes de radiación se efectúa durante un paso sobre la superficie de construcción para el calentamiento dirigido de zonas impresas y no impresas y/o porque se efectúa el encendido o apagado de las fuentes de radiación estacionarias.

Cualquier absorbente o mezcla adecuados y compatibles con las otras condiciones del método se puede usar como absorbente, solo o en combinación con un medio portador u otros componentes. Preferentemente, el absorbente es un líquido, preferentemente una tinta a base de aceite que contiene partículas de carbón, por ejemplo, XAAR IK821.

Un material de mampostería utilizable con los componentes restantes se usa como material de construcción en forma de partículas, preferentemente con un tamaño de grano promedio de 50 - 60 μm , preferentemente 55 μm , una temperatura de fusión de 180 a 190 $^{\circ}\text{C}$, preferiblemente 186 $^{\circ}\text{C}$ y/o una temperatura de recristalización de 140 a 150 $^{\circ}\text{C}$, preferentemente 145 $^{\circ}\text{C}$, preferentemente una poliamida 12, más preferiblemente PA2200® o Vestosint1115®.

Cuando se lleva a cabo el método, un calentamiento tiene lugar de tal manera que solo las zonas impresas con absorbente se conectan por fusión o sinterización parcial, donde el material de construcción se usa como polvo o como dispersión, y/o donde se puede controlar la temperatura del campo de construcción y/o del material de construcción aplicado, y/o donde el absorbente comprende componentes absorbentes de radiación, plastificantes para el material de construcción en forma de partículas y/o una o varias sustancias para interferir en la recristalización.

Además, el método está caracterizado porque la cantidad del o de los absorbentes se regula mediante escalas de grises del cabezal de impresión o proceso de tramado.

El medio aplicado selectivamente se aplica con los medios adecuados y en una cantidad adecuada y necesaria, donde preferentemente se aplica selectivamente el líquido por medio de uno o varios cabezales de impresión, preferentemente donde el o los cabezales de impresión se pueden ajustar en su masa de gotas, y/o donde el o los cabezales de impresión aplican el líquido selectivamente en una o ambas direcciones de desplazamiento, y/o donde el material de construcción en forma de partículas se solidifica selectivamente, preferentemente se solidifica y sinteriza selectivamente.

A continuación, se describe la invención en sus distintos aspectos.

La tarea central de calentar los tipos de superficie respectivos de forma dirigida se logra preferentemente mediante el uso de fuentes de radiación monocromáticas.

El método según el estado de la técnica se compone de las etapas de generación de capas, impresión, exposición a la radiación y hundimiento. La primera etapa es análoga a la formación de capas en la conocida impresión 3D basada en polvo. El polvo se coloca frente a una cuchilla, se aplica a una plataforma de construcción y se alisa con la cuchilla. La posición de la plataforma de construcción durante dos procesos de recubrimiento consecutivos determina a este respecto el espesor de la capa.

A continuación se imprime la capa. En el método mencionado aquí, los líquidos se aplican con un cabezal de impresión de inyección de tinta. Una parte del líquido es un activador, que provoca localmente el calentamiento del polvo al actuar una radiación.

Ahora, la capa así impresa se barre con una fuente de radiación y, por lo tanto, se calienta selectivamente. Al usar una fuente de radiación térmica, todo el polvo se calienta fuertemente. Pero, especialmente en las zonas activadas, la temperatura aumenta de tal manera que las partículas comienzan la sinterización. Cuando se utilizan rayos Z LED

en un espectro de longitud de onda estrecho con un ancho de 0,2 μm a 0,1 μm , este proceso se puede controlar mejor y se puede actuar de forma dirigida sobre los tipos de superficie respectivos.

Después de esta etapa, el campo de construcción se reduce en un espesor de capa. Luego, todas las etapas anteriores se repiten hasta que se origina el componente deseado.

El campo de construcción o las superficies no impresas se mantienen a una temperatura cercana a la temperatura de sinterización. Por un lado, la energía adicional para la sinterización del polvo es entonces pequeña y se puede incorporar con medios que actúan suavemente. Por otro lado, la temperatura que rodea al componente es tan alta que durante el proceso de construcción en curso, la temperatura no cae por debajo de la temperatura de recristalización, incluso en las zonas del borde del componente, y por lo tanto se perturba la formación de capas.

Adicionalmente a la fuente de radiación que barre el campo de construcción, una fuente de radiación estacionaria adicional puede estar presente opcionalmente por encima del campo de construcción. Actúa respectivamente cuando el campo de construcción no está cubierto por un grupo, como el recubridor o el cabezal de impresión. Este llamado radiador instalado en altura se regula preferiblemente de modo que se ajuste una temperatura constante en el campo de construcción. Por ejemplo, se puede usar un sensor de pirómetro para determinar el valor real de temperatura. En tal disposición, el radiador instalado en altura representa el componente central de regulación de temperatura.

La función del radiador instalado en altura es la regulación de la temperatura del proceso. Pero, esta regulación también se puede implementar por el radiador de sinterización. A este respecto, se deben utilizar radiadores adaptados al calentamiento de superficies no impresas y regularse su potencia según los requerimientos del proceso. Asimismo, las zonas impresas se deben calentar con una radiación, que son necesarias para la sinterización y construcción con baja contracción.

Ambos tipos de radiadores, radiadores de sinterización y radiadores instalados en altura, por lo tanto, se pueden sustituir entre sí cuando se usan fuentes de luz monocromáticas según la revelación. En conjunto, solo se debe utilizar una fuente de radiación adecuada que haga justicia a ambos tipos de superficie mediante distintas longitudes de onda discretas. Esta se puede mover sobre el campo de construcción. Pero, el movimiento no es obligatorio. De este modo, se pueden encontrar disposiciones que permitan un tiempo de capa significativamente más corto. Si se omite la regulación a través de los radiadores instalados en altura, los procesos de impresión y recubrimiento se pueden alinear uno al lado del otro casi sin retardo temporal.

Gracias a este método también se pueden implementar asimismo paneles de radiación estáticos, que combinan la función de los radiadores instalados en altura y de sinterización. Si un movimiento geométrico de la intensidad de la radiación es razonable geoméricamente, estos se pueden componer por bloques conmutables. Por ejemplo, los radiadores se pueden apagar campo por campos, por ejemplo, para proteger componentes sensibles tal como el cabezal de impresión durante su viaje.

Los rendimientos generalmente más altos en la generación de radiación y la absorción de radiación conducen a temperaturas más bajas en el dispositivo. Esto es ventajoso para proteger componentes sensibles.

Formas de realización según la invención

Descripción general, detallada del dispositivo

El dispositivo necesario para realizar la invención está muy basado en una impresora 3D para impresión en polvo. Adicionalmente se utilizan otras unidades de proceso para el control de temperatura e introducción de los líquidos de proceso.

Al comienzo del método se calienta todo el dispositivo. Para ello, todos los elementos calefactores se utilizan para aumentar la temperatura. La fase de calentamiento ha finalizado cuando la temperatura permanece constante en todos los puntos de medición del sistema.

Los sistemas de calefacción individuales de una realización preferida de la invención se exponen a continuación: La plataforma de construcción (102), sobre la que se deposita el material en partículas en el proceso y con cuya ayuda se ajusta el espesor de capa de las capas (107), se puede calentar a través de distintos sistemas. En una realización preferida se usa un calentador de resistencia eléctrica (504). Esto también se prefiere, debido a consideraciones con respecto a la homogeneidad del efecto de calentamiento, en forma de lámina de calentamiento plana. El efecto de este calentamiento se detecta y regula a través de un sensor. El sensor está conectado directamente a la plataforma de construcción. Este mismo está fabricado convenientemente de metal, preferentemente de aluminio. Un aislamiento (506) cubre la plataforma de construcción (102) desde abajo.

Asimismo, la plataforma de construcción se puede calentar mediante un fluido. Para ello se instalan serpentines de

calentamiento (504) por debajo de la plataforma de construcción preferentemente metálica. De nuevo por debajo se sitúa el aislamiento (506) para homogeneizar el efecto de calentamiento.

El aceite atemperado, por ejemplo, fluye a través de los serpentines de calentamiento. La preselección de la temperatura del aceite permite un ajuste exacto de la temperatura. Si el flujo es lo suficientemente alto y la potencia está adaptada, de esta manera se pueden lograr calidades de regulación de la temperatura muy altas.

La plataforma de construcción (102) se mueve en el denominado contenedor de construcción (110). Dependiendo de la realización del dispositivo, este se puede retirar del dispositivo. De este modo se puede lograr un alto nivel de utilización de la máquina a lo largo del tiempo, ya que se puede usar un segundo contenedor de construcción en el dispositivo mientras se desempaquetan los componentes.

El contenedor de construcción (110) se calienta asimismo. Las mismas técnicas se pueden utilizar para la plataforma de construcción. El contenedor en sí está realizado preferiblemente de nuevo de metal. Se prefiere el aluminio para una buena conducción del calor. El calentamiento activo real (504) está respaldado de nuevo con un aislamiento (503). De este modo se puede aumentar el efecto y elevar la homogeneidad.

Preferiblemente, existe un sistema de enchufe entre el dispositivo y el contenedor de construcción para la unión de potencia. Este puede contener una conexión eléctrica o conectores para el fluido. El siguiente sistema de calefacción esencial de un dispositivo según la invención es el radiador instalado en altura (108). Según la invención se fija preferiblemente por encima del campo de construcción y se irradia perpendicularmente sobre el campo de construcción. Asimismo se prefieren los radiadores colocados lateralmente, que irradian hacia el campo de construcción con un cierto ángulo. Se prefiere una construcción semejante para minimizar las sombras por parte del recubridor o el cabezal de impresión.

Según la invención, el radiador instalado en altura (108) puede estar equipado con radiadores Z LED (603, figura 7) Z en un espectro de longitud de onda estrecho con un ancho de 0,2 μm a 0,1 μm .

La selección se realiza según el activador seleccionado y de la mejor combinación para el método, que sea adecuada para la longitud de onda. Asimismo, según la revelación, tres radiadores instalados en altura (108) también pueden estar equipados con radiadores térmicos (figura 6). Estos deberían presentar entonces una selectividad lo menor posible. Por ejemplo, se pueden utilizar radiadores cerámicos con longitud de onda extremadamente larga. Luego, mediante el radiador de sinterización (109) se realiza el calentamiento dirigido de los diferentes tipos de superficies.

Debido al método es favorable operar el radiador instalado en altura (108) de forma regulado. Para ello, preferiblemente se puede usar un pirómetro (508) como sensor. El pirómetro se dirige a una zona del borde del campo de construcción que está asegurada por el control, no impresa con activador.

En una realización preferida de la invención, la sinterización propiamente dicha se realiza mediante un radiador de sinterización (109, 501) arrastrado junto con el recubridor. Este calienta el campo de construcción durante el paso. Se puede usar para calentar el polvo recién impreso o una capa de polvo ya cubierta. Según la revelación, aquí se utiliza una fuente de radiación monocromática (400), que opcionalmente según la revelación también puede emitir varias longitudes de onda discretas u opcionalmente estar compuesta por radiadores de distintas longitudes de onda (401, 402). Es preferible un diseño anidado (figura 4a, 4b). Esta fuente de radiación puede estar construida a partir de lámparas de descarga, fuentes de radiación LÁSER o radiadores LED. Otra posibilidad se ofrece por el uso de una superficie fluorescente (601), que se ilumina por medio de una fuente de radiación (604) no necesariamente monocromática y por lo tanto emite una radiación monocromática (602) de una longitud de onda específica que coincide con la absorción del activador, figura 8.

En una realización preferida del dispositivo, el polvo se precalienta antes de que se aplique a la superficie del polvo ya existente, para que la capa no se enfríe demasiado. Un calentador de resistencia eléctrica (507) en el recubridor (101) también es adecuado para este precalentamiento del polvo.

En principio, todos los grupos que se calientan mediante calentadores de contacto también se pueden calentar indirectamente a través de radiación infrarroja. De manera especialmente preferida según la revelación, el recubridor se calienta con radiación cuando se producen fuertes vibraciones.

Después de la fase de calentamiento, preferiblemente se implementa la siguiente secuencia de etapas del método con el dispositivo: por el recubridor (101) se genera una capa de polvo sobre la plataforma de construcción (figura 1a). A este respecto, opcionalmente, dependiendo del diseño de la máquina, la nueva capa también se puede calentar adicionalmente con el radiador de sinterización (109, 501). A continuación, esta capa se imprime por uno (100) o varios cabezales de impresión por chorro de tinta (100) (figura 1b). Luego se baja (1d) la plataforma de construcción (102). Ahora la capa impresa se calienta con la lámpara de sinterización (109, 500) y a continuación se cubre de nuevo con polvo.

Este proceso se repite hasta que se completan los componentes (103) en el contenedor de construcción (110). A continuación sigue la fase de enfriamiento. Esta tiene lugar preferiblemente en el contenedor de construcción, que luego se alimenta con energía fuera del dispositivo.

La figura 2 muestra diagramas de temperatura. A este respecto, la figura 2a muestra esquemáticamente el desarrollo de la energía emitida por el polvo cuando se calienta y se enfría de nuevo en un ciclo. En el calentamiento se muestra una alta absorción de energía a una cierta temperatura. Aquí el material se funde o sinteriza (temperatura de sinterización). Para la poliamida 12, que es apta para la sinterización por láser, esta temperatura se sitúa a aproximadamente unos 185 °C. En el enfriamiento, igualmente hay un punto significativo esencialmente por debajo de la temperatura de sinterización (temperatura de recristalización). Aquí se solidifica el material fundido.

Las figuras 2b y 2c reproducen el desarrollo de las temperaturas durante un proceso realizado según un método según el estado de la técnica. La figura 2b muestra el desarrollo de la temperatura sobre la zona no impresa. Mediante el uso de la fuente de radiación de sinterización se originan fases de calentamiento y enfriamiento con desarrollo realmente constante. En la zona no impresa, la temperatura nunca alcanza la temperatura de sinterización.

La figura 2c muestra el desarrollo en la zona impresa. Aquí las fluctuaciones son más fuertes. El proceso se guía al menos de modo que se supera brevemente la temperatura de sinterización y así una parte del polvo se funde y permanece fundido. Si se calienta demasiado, se funde todo el polvo en esta área y se produce una distorsión masiva. También se debe evitar un enfriamiento excesivo de la zona impresa, de lo contrario se inicia una recristalización y luego todas las contracciones debido a la ahora posible transmisión de fuerza conducirá a una distorsión geométrica (curling), lo que puede imposibilitar eventualmente el proceso posterior.

El cumplimiento exacto de esta "ventana de proceso" entre la temperatura de fusión y la temperatura de recristalización es decisivo para la calidad de los componentes. A este respecto, son válidas distintas condiciones de contorno para las zonas impresas y las no impresas. El uso de fuentes de radiación monocromáticas facilita considerablemente el control de temperatura entre las dos temperaturas.

En particular, en los ejemplos de realización se describen cómo se pueden utilizar las ventajas de esta fuente de radiación en el proceso descrito.

Breve descripción de las figuras:

La Figura 1: método según la invención

La Figura 2: a) curvas esquemáticas de absorción y emisión de energía de un polvo tal como la poliamida 12, b) curvas de temperatura con líneas líquido y sólido del tipo de superficie superficie no impresa, c) curvas de temperatura con líneas líquido y sólido del tipo de superficie superficie impresa

La Figura 3: a) representación esquemática de alta resolución de la temperatura del tipo de superficie superficie no impresa cuando se utiliza una fuente de radiación térmica en el grupo de radiador de sinterización, b) representación esquemática de alta resolución de la temperatura del tipo de superficie superficie no impresa cuando se utiliza una fuente de radiación monocromática en el grupo de radiador de sinterización.

La Figura 4: a) disposición de una fuente de radiación LED con diferentes longitudes de onda b) otra posible disposición

La Figura 5: desarrollo de un proceso según la invención con un dispositivo sin radiador instalado en altura

La Figura 6: dispositivo para realizar un método según la revelación con un radiador de sinterización LED monocromático.

La Figura 7: dispositivo para realizar un método según la revelación con un radiador de sinterización monocromático y un radiador instalado en altura monocromático.

La Figura 8: conversión de la radiación de la lámpara de sinterización a través de un medio fluorescente

La Figura 9: distribuciones espectrales de distintas fuentes de radiación térmica y fuentes de radiación monocromática verdadera

Ejemplo 1: Dispositivo con una lámpara de sinterización que contiene radiadores LED de una longitud de onda según la invención y que presenta una lámpara térmica instalada en altura

Según la figura 1a), el proceso de construcción o ciclo de proceso comienza con el recubrimiento de la plataforma de construcción con una capa de polvo. Ya durante el recubrimiento por el recubridor (101), mediante el radiador instalado en altura (108) se calienta el polvo si no está cubierto ópticamente por el recubridor (101). El radiador de sinterización (109), que solo proporciona la radiación que calienta bien la superficie impresa, no se enciende en esta etapa.

El radiador instalado en altura (108) contiene un dispositivo de medición para regular la temperatura superficial del campo de construcción. Idealmente, el dispositivo de medición está realizado como un pirómetro (508) que puede

determinar la temperatura sin contacto. La regulación debe tener en cuenta que el dispositivo de medición se sombrea repetidamente por el cabezal de impresión (100) y el recubridor (101). Esto se puede realizar apagando la adquisición de valores medidos o mediante parámetros de circuito de regulación insensibles.

En una segunda etapa, el activador se aplica por el cabezal de impresión (100), que está adaptado exactamente a la longitud de onda de la fuente de radiación. La imagen que se aplica al material en partículas por el cabezal de impresión (100) corresponde a la sección transversal del cuerpo moldeado actual. Al comienzo de un proceso, a menudo se debe imprimir una capa base. Aquí, el cabezal de impresión imprime la superficie completa disponible como superficie de construcción.

La tercera etapa es el viaje de sinterización. En este caso, el grupo de radiador de sinterización (109) se enciende y se guía sobre el campo de construcción. La potencia de la fuente de radiación y la velocidad determinan la potencia de irradiación en el campo de construcción. En contraste con el estado de la técnica, el radiador de sinterización (500) con una longitud de onda no calienta superficies no impresas durante este viaje. La temperatura de las zonas impresas aumenta así, mientras que las zonas no impresas se enfrían lentamente debido a la pérdida de energía por radiación (figura 3b, zona II).

Los radiadores de sinterización (109; 500) son radiadores LED cuyo espectro de longitud de onda está entre 0,2 μm y 0,1 μm .

La cuarta etapa es bajar la plataforma de construcción (102) en el espesor de una capa de polvo (107). Durante este proceso, el campo de construcción del radiador instalado en altura (108) está libre y la temperatura se puede reajustar. Luego, el ciclo del proceso comienza de nuevo desde el principio con el proceso de recubrimiento.

La figura 6 describe un dispositivo que puede implementar el proceso mencionado en el ejemplo. El radiador instalado en altura (108) está realizado como fuente de radiación térmica. El radiador de sinterización se compone de pequeños radiadores LED individuales (400 o 500). Se controla la temperatura del fondo del contenedor de construcción y de la plataforma de construcción a través de calentadores de resistencia (504).

En el dispositivo a modo de ejemplo están conectados el recubridor (101) y el grupo de radiador de sinterización (109). Esta unidad y el cabezal de impresión (100) se pueden mover por separado sobre el campo de construcción.

La figura 7 muestra una realización especial del ejemplo. Aquí, el radiador instalado en altura también está equipado con una fuente de radiación LED. Por lo tanto se acumula significativamente menos calor residual en la máquina en comparación con los dispositivos del estado de la técnica.

Ejemplo 2: Dispositivo de un grupo de radiador de sinterización que contiene radiadores LED con dos longitudes de onda y no presenta lámpara instalada en altura

Según la figura 5, el proceso de construcción o ciclo de proceso comienza con el recubrimiento de la plataforma de construcción (102) con una capa de polvo. El radiador de sinterización (501) del grupo (109), que también suministra la radiación que calienta bien la superficie no impresa, se enciende en esta etapa y calienta el polvo a una temperatura base por debajo de la temperatura de fusión, pero por encima de la temperatura de recristalización. A este respecto, el suministro de energía se controla a través de la potencia y la velocidad de desplazamiento. Favorablemente, la temperatura generada se detecta y también se regula.

En una segunda etapa se aplica el activador, que está adaptado exactamente a la longitud de onda de la fuente de radiación (500) para las zonas impresas. La imagen que se aplica al polvo por el cabezal de impresión (100) corresponde al cuerpo moldeado actual. Al comienzo de un proceso, a menudo se debe imprimir una capa base. Aquí, el cabezal de impresión imprime la superficie completa disponible como superficie de construcción.

La tercera etapa es el viaje de sinterización. En este caso, el grupo de sinterización (109) se enciende y se guía sobre el campo de construcción. La potencia de la fuente de radiación y la velocidad determinan la potencia de radiación en el lecho de polvo. A diferencia del estado de la técnica, el grupo con dos longitudes de onda (500, 501) puede influir de forma dirigida en zonas no impresas e impresas durante este viaje. Por lo tanto, la temperatura de las zonas impresas aumenta, mientras que la pérdida de energía debido a la radiación se puede compensar en las zonas no impresas.

El grupo de sinterización (109) se compone de radiadores LED cuyo espectro de longitud de onda es de 0,2 μm a 0,1 μm .

La cuarta etapa es bajar la plataforma de construcción (102) en un espesor de capa y se mantiene extremadamente corto en este proceso a modo de ejemplo. Aquí no se regula y cualquier retraso conduce a la pérdida de energía por radiación térmica. Por lo tanto, esta etapa no está incluida en la representación.

Lista de referencias:

	100	Cabezal de impresión
	101	Recubridor
	102	Plataforma de construcción
5	103	Componentes
	107	Capas
	108	Radiador instalado en altura
	109	Radiador de sinterización
	110	Contenedor de construcción
10	400	Radiador monocromático en grupo de sinterización
	401	Radiadores monocromáticos de diferente longitud de onda en un grupo de sinterización
	402	Grupo radiador de sinterización con radiadores en diseño anidado
	500	Radiador de sinterización monocromático
	501	Radiador de sinterización de otra longitud de onda
15	503	Aislamiento de contenedor de construcción.
	504	Calentamiento por resistencia o serpentín
	506	Aislamiento de plataforma de construcción hacia abajo
	507	Calentamiento por resistencia de recubridor
	508	Pirómetro
20	601	Material con capa fluorescente
	602	Radiación secundaria emitida por la capa fluorescente
	603	Radiadores instalados en altura, realizado por medio de radiadores monocromáticos
	604	Radiación en capa fluorescente
	701	Espectro de radiación típico de radiadores convencionales con un pico secundario
25	702	Espectro de radiación de radiadores convencionales de menor potencia
	703	Radiación monocromática

REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar piezas moldeadas 3D (103), en donde se aplica material de construcción en forma de partículas sobre un campo de construcción en una capa definida (107) por medio de un recubridor (101), se aplican selectivamente uno o varios líquidos o material en partículas de uno o varios absorbentes, se realiza un aporte de energía con medios adecuados y así se realiza una solidificación selectiva de las zonas impresas con absorbente a una temperatura de solidificación o temperatura de sinterización por encima de la temperatura de fusión del polvo, el campo de construcción se reduce en un espesor de capa, o el recubridor (101) se eleva en un espesor de capa, y estas etapas se repiten hasta que se genera la pieza moldeada 3D deseada, **caracterizado por que** el aporte de energía de superficies impresas se genera mediante un radiador de sinterización (109) por medio de LED en un estrecho espectro de longitud de onda con un ancho de 0,2 μm a 0,1 μm .
2. Método según la reivindicación 1, en donde un radiador instalado en altura (108) se usa para un calentamiento básico y un radiador de sinterización (109) se usa para el calentamiento las superficies impresas por encima de la temperatura de fusión.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en donde se utiliza un radiador de sinterización (109) que presenta una longitud de onda para el calentamiento de las zonas impresas por encima de la temperatura de fusión y una longitud de onda para el calentamiento de las zonas no impresas por encima de la temperatura de recristalización.
4. Método según las reivindicaciones 1 a 3, en donde no se usa un radiador instalado en altura estático (108), y/o en donde un radiador instalado en altura estático (108) presenta una longitud de onda para el calentamiento de las superficies impresas por encima de la temperatura de fusión y presenta una longitud de onda para el calentamiento de las superficies no impresas por encima de la temperatura de recristalización.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde no se utiliza un radiador de sinterización móvil (109).
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se puede regular la potencia de los elementos respectivos y se puede realizar una regulación del calentamiento respectivo.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde, para el calentamiento selectivo de superficies impresas y no impresas, el encendido o apagado selectivo de las fuentes de radiación se efectúa durante un paso sobre la superficie de construcción.
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se efectúa un encendido o apagado selectivo de fuentes de radiación estacionarias.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el absorbente es un líquido, preferentemente una tinta a base de aceite que contiene partículas de carbono.
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se usa una temperatura de fusión de 180 a 190 °C, preferentemente 186 °C y/o una temperatura de recristalización de 140 a 150 °C, preferentemente 145 °C.
11. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un calentamiento tiene lugar de tal manera que solo las zonas impresas con absorbente se conectan por fusión o sinterización parcial, y/o
 - en donde el material de construcción se utiliza como polvo o dispersión, y/o
 - en donde se controla la temperatura del campo de construcción y/o del material de construcción aplicado, y/o
 - en donde el absorbente comprende componentes absorbentes de radiación, plastificantes para el material de construcción en forma de partículas y/o una o varias sustancias que interfieren con la recristalización.
12. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la cantidad del o de los absorbentes se regula a través de escalas de grises del cabezal de impresión (100) o métodos de tramado.
13. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el líquido se aplica selectivamente por medio de uno o varios cabezales de impresión (100).
14. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el o los cabezales de impresión (100) se pueden ajustar en su masa de gotitas.
15. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el o los cabezales de impresión (100) aplican el líquido de forma selectiva en una o ambas direcciones de desplazamiento, y/o en donde el material de construcción en forma de partículas se solidifica de forma selectiva, preferentemente se solidifica de forma selectiva y se sinteriza.

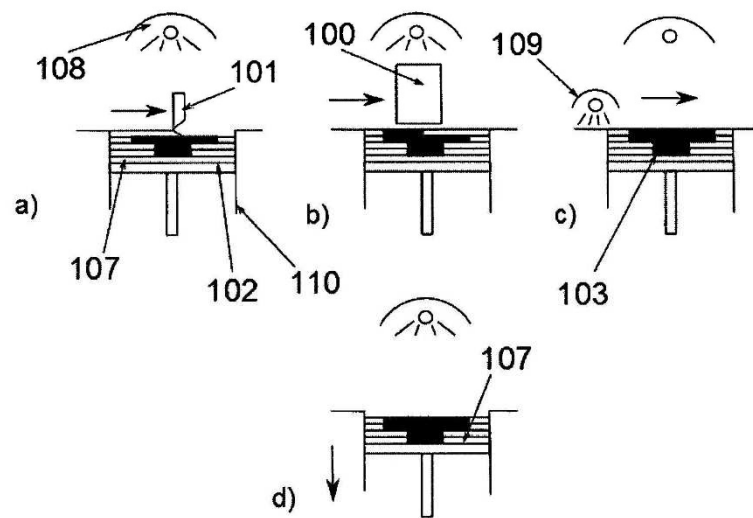


Figura 1

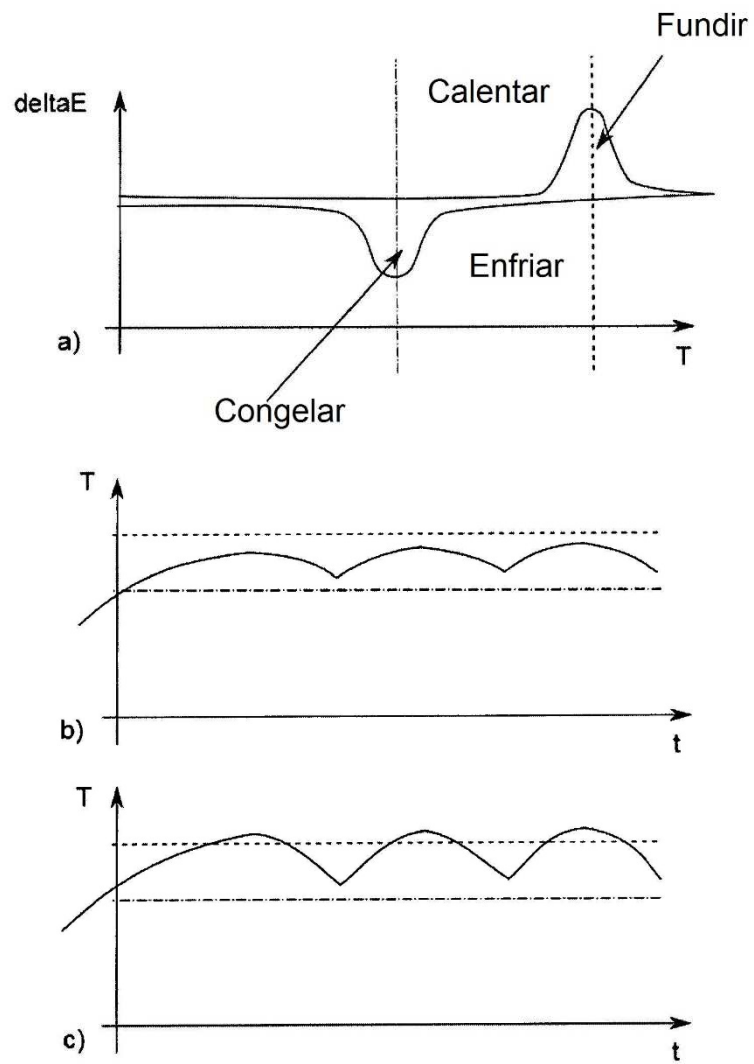


Figura 2

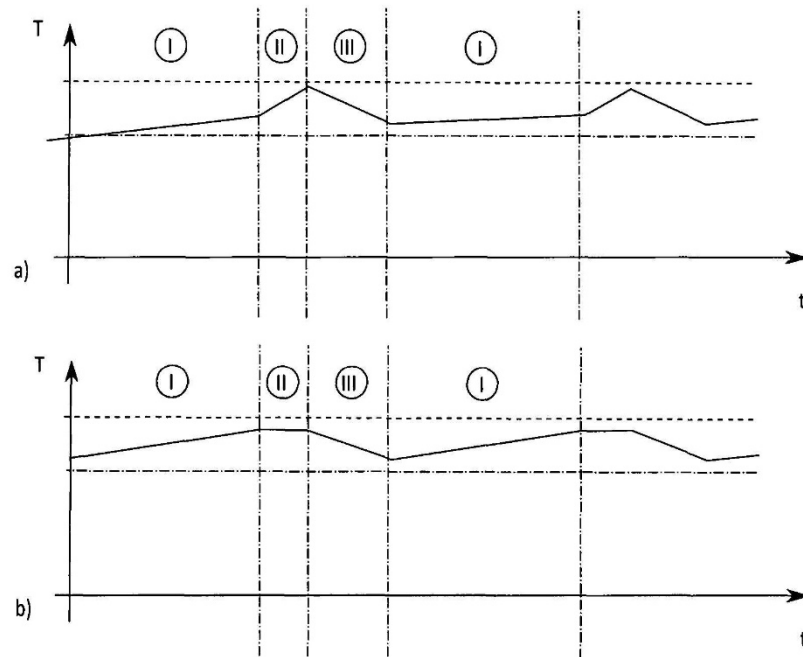


Figura 3

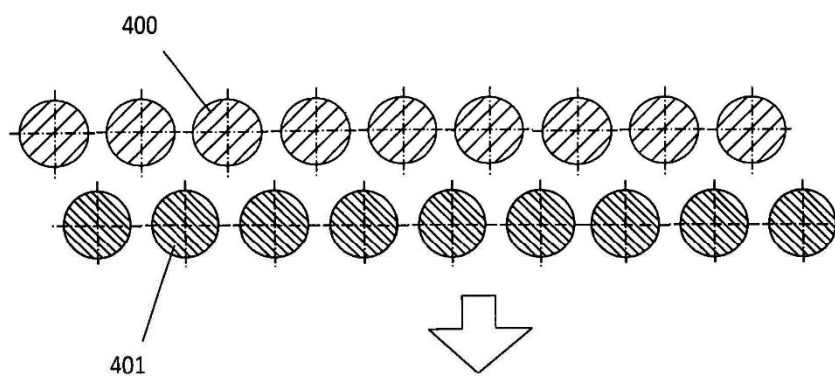


Figura 4a

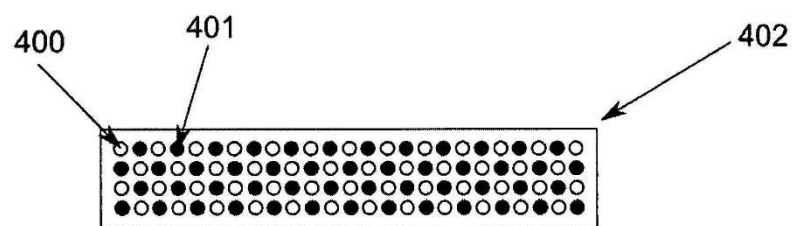


Figura 4b

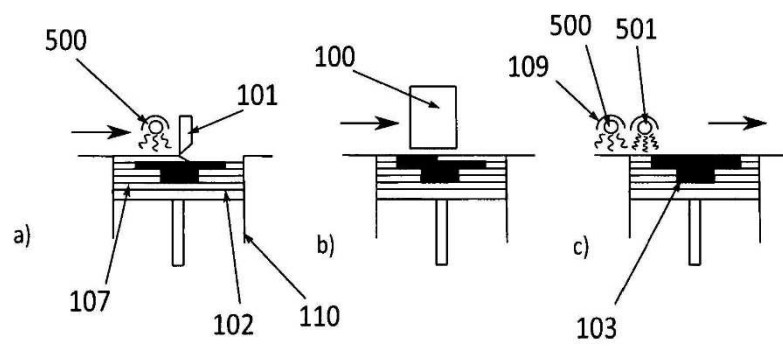


Figura 5

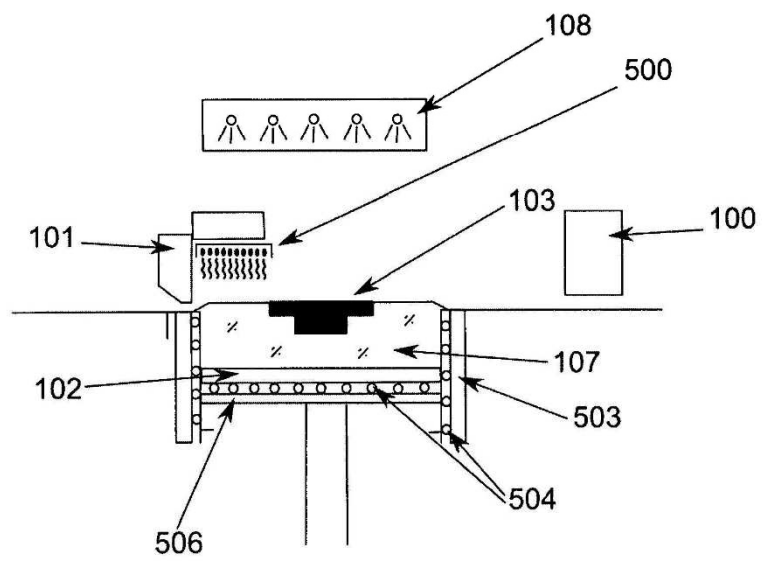


Figura 6

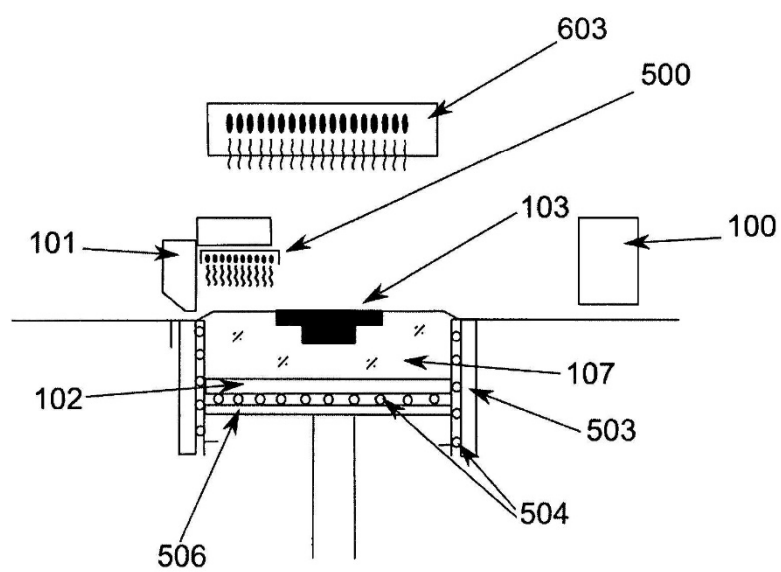


Figura 7

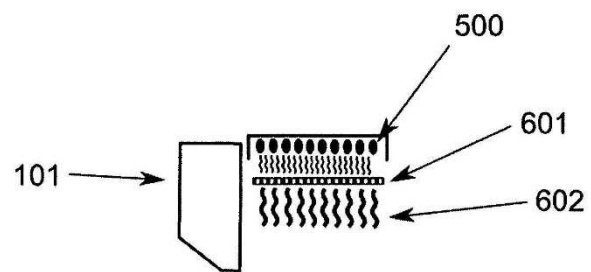


Figura 8

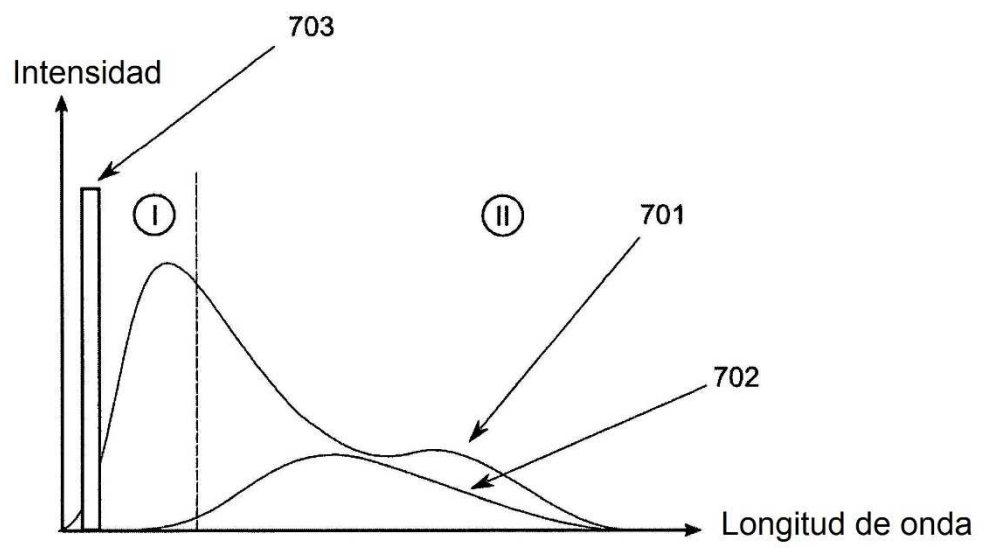


Figura 9