

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 833 000**

51 Int. Cl.:

B29C 64/165 (2007.01)

B29C 64/264 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2015** **PCT/DE2015/000598**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016** **WO16101942**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2015** **E 15834788 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020** **EP 3237181**

54 Título: **Método para la construcción de piezas moldeadas en 3D mediante tecnología de construcción por capas**

30 Prioridad:

22.12.2014 DE 102014018914

06.02.2015 DE 102015001409

27.05.2015 DE 102015006533

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

14.06.2021

73 Titular/es:

VOXELJET AG (100.0%)

Paul-Lenz-Strasse 1

86316 Friedberg, DE

72 Inventor/es:

EDERER, INGO;

GÜNTHER, DANIEL;

GÜNTHER, JOHANNES y

SCHECK, CHRISTOPH

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 833 000 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 construcción de piezas moldeadas en 3D mediante tecnología de construcción por capas

- 5 La invención se refiere a un método para producir modelos tridimensionales mediante tecnología de construcción por capas.

10 En el documento de patente europea EP 0 431 924 B1, se describe un método para producir objetos tridimensionales a partir de datos informáticos. En este caso, un material particulado se aplica en una capa delgada a una plataforma y esta se imprime selectivamente con un material aglutinante por medio de un cabezal de impresión. El área de las partículas impresas con el aglutinante se adhiere y se solidifica bajo la influencia del aglutinante y posiblemente un endurecedor adicional. A continuación, la plataforma se baja un espesor de capa a un cilindro de construcción y se provee de una nueva capa de material particulado, que también se imprime como se describió con anterioridad. Estas etapas se repiten hasta que se alcanza una determinada altura deseada del objeto. Se crea un objeto tridimensional a partir de las áreas impresas y solidificadas. Un método de este tipo también se describe en el documento WO 2013/021173 A1.

20 Este objeto hecho de material particulado solidificado se incrusta en material particulado suelto después de su finalización y luego se libera de él. Esto se hace, por ejemplo, por medio de un dispositivo de succión. Quedan los objetos deseados, que luego se liberan del polvo restante, por ejemplo, mediante el cepillado.

25 Otros procesos de creación rápida de prototipos basados en polvo funcionan de manera similar (también conocida como construcción de modelos capa por capa o técnica de construcción por capas), tales como, por ejemplo, sinterización selectiva por láser o sinterización por haz de electrones, en las que un material particulado suelto se aplica por capas y se solidifica selectivamente con la ayuda de una fuente de radiación física controlada.

A continuación, todos estos métodos se entienden bajo la expresión "método de impresión tridimensional" o método de impresión 3D.

- 30 La impresión 3D sobre la base de materiales en polvo y la introducción de aglutinantes líquidos es el método más rápido entre las técnicas de construcción por capas.

35 Con este método, se pueden procesar varios materiales particulados, entre otros, también los materiales poliméricos. La desventaja aquí, sin embargo, es que el lecho de material particulado no puede exceder una cierta densidad aparente, que normalmente es el 60% de la densidad de sólidos. La resistencia de los componentes deseados, sin embargo, depende en gran medida de la densidad alcanzada. A este respecto, sería necesario añadir un 40% o más del volumen de material particulado en forma de aglutinante líquido para que los componentes fueran muy fuertes. Este no solo es un proceso relativamente lento debido a la entrada de una sola gota, sino que también causa muchos problemas de proceso, por ejemplo, que están dados por la inevitable contracción de la cantidad de líquido al solidificarse.

45 En otra realización, que se conoce en el campo de la especialidad con la expresión "sinterización a alta velocidad", abreviado como HSS, la solidificación del material particulado tiene lugar mediante la introducción de radiación infrarroja. El material particulado se une físicamente mediante un método de fusión. En este caso, se aprovecha la absorción comparativamente pobre de la radiación térmica en plásticos incoloros. Esto se puede aumentar muchas veces mediante la introducción de un aceptor de IR (absorbente) en el plástico. La radiación IR se puede utilizar de varias formas, por ejemplo, una lámpara de infrarrojos en forma de varilla, que se mueve uniformemente sobre el sitio de construcción. La selectividad se logra mediante la impresión dirigida de la capa respectiva con un aceptor de IR.

50 En las áreas que se han impreso, la radiación IR se acopla al material particulado mucho mejor que en las áreas no impresas. Esto conduce a un calentamiento selectivo en la capa por encima del punto de fusión y, por tanto, a una solidificación selectiva. Este proceso se describe, por ejemplo, en los documentos EP1740367B1 y EP1648686B1 y se abrevia a continuación con la designación HSS.

55 Se conocen diversos materiales del proceso de sinterización por láser que también se pueden procesar con este método. En este caso, el material más importante por mucho es la poliamida 12. Hay varios fabricantes de este material. Se logran excelentes resistencias para los métodos de construcción por capas.

60 El material se puede obtener como un polvo fino que se puede procesar directamente en esta calidad. Sin embargo, debido al método de fabricación, se producen altos costes que pueden exceder los costes de la poliamida estándar en un factor de 20-30.

65 En el método HSS (high speed sintering, "sinterización de alta velocidad") según la técnica anterior, el polvo, al igual que en la sinterización por láser, se lleva a una temperatura cercana al punto de fusión del material por procesar. En este caso, el polvo "envejece" y sólo se puede utilizar en forma limitada en procesos posteriores. El resultado es una tasa de reciclaje baja, que tiene un impacto negativo en los costes de proceso.

La precisión de los componentes está significativamente influenciada por la realización del proceso. En este caso, la homogeneidad de los parámetros como la densidad del lecho de polvo y la temperatura en el espacio de instalación es decisiva.

Los métodos de HSS conocidos tienen una serie de desventajas que, por un lado, afectan la tasa de reciclado y, por otro lado, los costes del método y, por tanto, aumentan los costes unitarios y los encarecen relativamente. En particular, el envejecimiento del polvo es un problema crucial, y la baja tasa de reciclaje asociada es un obstáculo importante para la propagación de este proceso. Hasta ahora, alrededor del 50% del polvo que no se usaba parcialmente tenía que ser reemplazado después de un proceso. Con precios del polvo de alrededor de 80 €/kg y un volumen de construcción de varios cientos de litros, aquí son necesarios altos gastos financieros.

Un enfoque para resolver problemas relacionados con el proceso y, por lo tanto, reducir costes es utilizar polvos más baratos. Sin embargo, existen límites estrechos para este método, ya que la mayoría de los polvos no presentan una "ventana de sinterización" suficiente para procesarse en forma segura. Esto significa que difícilmente se pueden encontrar variables de método estables para el polvo.

Otro enfoque es restringir químicamente el envejecimiento del polvo. Por ejemplo, en este caso, las máquinas lavadas con nitrógeno son comunes en la sinterización por láser. De este modo, se puede evitar la oxidación del polvo. Sin embargo, debido al método solo, el envejecimiento no puede restringirse por completo, ya que parte de la reacción de solidificación se produce a través de una reacción posterior del polímero. Restringir esta reacción posterior significaría restricciones de solidez significativas.

Un problema con los métodos HSS conocidos es el establecimiento de condiciones de método ventajosas tales como, por ejemplo, la ventana de temperatura referida a los materiales particulados utilizados. El método HSS combina una gran cantidad de parámetros de proceso y las máquinas de impresión 3D utilizadas aquí presentan una gran cantidad de características estructurales y componentes, por lo que es difícil juntar los componentes adecuados y establecer una secuencia de método ventajosa o mejorada que permita condiciones de método mejoradas. A menudo no es posible determinar qué cambios estructurales son necesarios para lograr resultados de método aceptables y obtener piezas 3D de alta calidad o para optimizar el método.

Otro problema al establecer las condiciones del método es combinar las condiciones del método de tal manera que, por un lado, se produzca un componente suficientemente fuerte con las propiedades deseadas y ventajosas y, al mismo tiempo, el material particulado que no se solidificará se exponga a las condiciones de método para que sea posible un fácil desembalaje. Un problema a este respecto es que el material circundante se solidifica demasiado en el método y, por lo tanto, puede separarse del componente de manera deficiente o solo con un mayor esfuerzo.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención era proporcionar medios constructivos que permitan un método HSS mejorado o al menos mejoren o eviten por completo las desventajas de la técnica anterior.

Otro objeto de la invención era proporcionar condiciones de método mejoradas en el método HSS o lograr resultados de método mejorados a través de una selección específica de componentes del dispositivo y/o el establecimiento de condiciones de método.

Otro problema y otra desventaja en la construcción de piezas moldeadas en 3D con HSS son los gradientes de temperatura que ocurren sobre la superficie del componente por producir y el material de construcción que rodea el componente hasta las áreas de borde de la plataforma de construcción. Esto va acompañado de desventajas que interfieren con el método en sí o causan desventajas de calidad tales como, por ejemplo, rizado, alabeo, imprecisión de la pieza moldeada o aumento de rechazos.

Durante el método HSS, la temperatura de la superficie del polvo a granel aumenta y disminuye selectivamente y, al final del método de consolidación, la pieza moldeada terminada se enfría completamente.

Idealmente, la temperatura en la pieza moldeada por construir debería ser lo más constante posible a un valor justo por encima de la temperatura de solidificación y fluctuar solo en la zona de consolidación dentro de un intervalo estrecho de temperatura que exceda el punto de fusión del polvo. Debido a la radiación y la conducción de calor en el material particulado circundante, el borde de la pieza moldeada se enfría más rápido que las áreas internas y se producen diferencias de temperatura indeseables en la pieza moldeada con las desventajas mencionadas con anterioridad.

Por tanto, otro objeto de la presente invención era proporcionar un método, un sistema de materiales y/o un dispositivo que ayude a reducir el envejecimiento del polvo no obstruido debido al daño térmico o lo prevenga por completo.

Otra objeto de la presente invención era proporcionar un método que permita una distribución de temperatura constante, controlable y/o sustancialmente uniforme en la pieza moldeada por producir en la pieza moldeada 3D y/o lograr el material de construcción que rodea a esta pieza moldeada durante el proceso de consolidación y/o evita o al menos reduce los gradientes de temperatura demasiado altos y desfavorables sobre la superficie de solidificación.

Breve síntesis de la divulgación

La invención se refiere a un método para producir piezas moldeadas en 3D según la reivindicación 1.

5 En un aspecto alternativo, la divulgación se refiere a un método para producir piezas moldeadas en 3D, en donde el material de construcción particulado se aplica en una capa definida a un sitio de construcción por medio de un recubridor, uno o más líquidos o material particulado de uno o más absorbentes se aplican selectivamente, esta capa se calienta, por lo que las áreas con absorbente aplicado selectivamente calientan más que las áreas sin absorbente y, por lo tanto, se establece una diferencia de temperatura entre las áreas con y sin absorbente, el sitio de construcción se reduce en un espesor de capa o el recubridor se eleva en un espesor de capa, estos pasos se repiten, hasta que se produzca la pieza moldeada en 3D deseada y se imprima absorbente adicional alrededor de la pieza moldeada en 3D para crear al menos una camisa con una temperatura que sea al menos más alta que el material particulado circundante.

15 En un aspecto alternativo, se logra una diferencia de temperatura con el mismo aporte de calor o de energía localmente aplicando diferentes absorbentes o mediante diferentes cantidades de absorbente.

En un aspecto adicional, la divulgación se refiere a una pieza moldeada en 3D producida utilizando un absorbente, estando la pieza moldeada en 3D esencialmente rodeada por completo por una camisa a una temperatura elevada y esta camisa se construye utilizando un absorbente y el material de construcción particulado no solidificado se encuentra entre la pieza moldeada en 3D y la camisa.

En un tercer aspecto, la divulgación se refiere a un dispositivo que es adecuado para realizar un método de acuerdo con la invención.

25 En un aspecto adicional, que también se puede combinar con los otros aspectos como se describe en este documento, la divulgación se refiere a un dispositivo y a un método en el que el ajuste de temperatura del material particulado y las áreas que se solidificarán en el material particulado se lleva a cabo con al menos dos radiadores (lámpara de sinterización) o con un radiador con diferentes longitudes de onda y/o aporte de energía.

Descripción detallada de la Invención

De acuerdo con la invención, un objetivo en el que se basa la solicitud se logra mediante la combinación de componentes de construcción ventajosos y parámetros de método de una manera selectiva que conducen a resultados de método ventajosos.

35 Otros objetivos en los que se basa la solicitud se logran porque la proximidad cercana de los componentes se utiliza como aislamiento térmico activo alrededor del componente por cierta cantidad de absorbente. Esto da como resultado un gradiente de temperatura más pequeño entre el componente y el material particulado circundante, de modo que se evita el enfriamiento por debajo de la temperatura de solidificación del material particulado y una gran cantidad del polvo circundante solo tiene que calentarse a una temperatura mucho más baja que la necesaria con anterioridad. De esta manera, el polvo se puede procesar en la máquina a una temperatura más baja o una entrada de temperatura más baja o aporte de energía y el envejecimiento del polvo debido al daño térmico se puede reducir de modo significativo. Solo se debe eliminar un pequeño volumen alrededor del componente debido al fuerte efecto del calor.

45 Además, la temperatura mejor controlable y la distribución de temperatura más uniforme dentro y sobre el componente por construir y las áreas de los bordes circundantes sin absorbente dan como resultado un resultado de fabricación mejorado.

A continuación, algunos términos de la invención se explican primero con más detalle.

50 “Pieza moldeada en 3D”, “cuerpo moldeado” o “componente” en el sentido de la invención son todos los objetos tridimensionales producidos mediante el método según la invención que presentan estabilidad dimensional.

55 “Espacio de construcción” es la ubicación geométrica en la que el lecho de material particulado crece durante el método de construcción a través del recubrimiento repetido con material particulado o por el cual corre el lecho con principios continuos. En general, el espacio de construcción está limitado por un piso, la plataforma de construcción, paredes y una superficie superior abierta, el nivel de construcción. En el caso de principios continuos, suele haber una cinta transportadora y paredes laterales limitadoras. El espacio de construcción también puede diseñarse mediante una caja de trabajo, que representa una unidad que se puede retraer y extender al dispositivo y permite la construcción por lotes, por lo que una caja de trabajo se extiende después de que se completa el método y una nueva caja de trabajo se puede mover al dispositivo inmediatamente, de modo que se aumenta el volumen de fabricación y, por tanto, el rendimiento del dispositivo.

65 La “fase de calentamiento” caracteriza el calentamiento del dispositivo al comienzo del método. La fase de calentamiento se completa cuando la temperatura real del dispositivo alcanza un valor estable.

La “fase de enfriamiento” se refiere al tiempo que es necesario para enfriar el material particulado para que los componentes contenidos en el mismo no experimenten deformaciones plásticas apreciables cuando se retiran del espacio de construcción.

5 Como “materiales particulados” o “materiales de construcción particulados” o “materiales de construcción”, se pueden utilizar todos los materiales conocidos para la impresión en 3D a base de polvo, en particular polímeros, cerámicas y metales. El material particulado es preferiblemente un polvo seco que fluye libremente, pero también se puede usar un polvo cohesivo resistente al corte o un líquido cargado de partículas. En este documento, material particulado y polvo se utilizan como sinónimos.

10 La “aplicación de material particulado” es el método en el que se genera una capa definida de polvo. Esto se puede hacer en la plataforma de construcción o en un plano inclinado con respecto a una cinta transportadora con principios continuos. La aplicación de material particulado también se denomina a continuación “revestimiento” o “recubrimiento”.

15 La “aplicación selectiva de líquido” en el sentido de la invención puede tener lugar después de cada aplicación de material particulado o, dependiendo de los requisitos del cuerpo moldeado y para optimizar la construcción del cuerpo moldeado, también puede tener lugar en forma irregular, por ejemplo, varias veces en función de una aplicación de material particulado. En este caso, se imprime una vista en sección a través del cuerpo deseado.

20 Cualquier dispositivo de impresión 3D conocido que contenga los componentes requeridos puede usarse como el “dispositivo” para realizar el método de acuerdo con la invención. Los componentes habituales incluyen recubridor, sitio de construcción, medios para mover el sitio de construcción u otros componentes en métodos continuos, dispositivos de medición y medios de calor e irradiación y otros componentes conocidos por el experto en la técnica que, por lo tanto, no se detallan en el presente documento.

25 En el sentido de esta invención, el “absorbente” es un medio que se puede procesar con un cabezal de impresión de inyección de tinta u otro dispositivo que funcione como una matriz y promueva la absorción de radiación para el calentamiento local del material de construcción. El absorbente también puede ser particulado como, por ejemplo, el tóner negro. Los absorbentes se pueden aplicar de manera uniforme o selectiva en diferentes cantidades. El absorbente puede aplicarse, por ejemplo, como una mezcla de absorbentes con diferentes máximos de absorción o diferentes absorbentes independientemente uno del otro, por ejemplo, uno tras otro, alternativamente o con una secuencia predeterminada. Cuando se aplica en diferentes cantidades, se puede controlar así la resistencia en el material de construcción y lograr selectivamente diferentes resistencias, por ejemplo, en la pieza moldeada que se va a producir y la camisa que la rodea. El rango de resistencia se extiende desde una resistencia como en el propio componente hasta una resistencia que es solo insignificamente más alta que la del material de construcción sin una huella de absorbente. En este caso, esto permite regular la temperatura en el sitio de construcción/espacio de construcción y, si se desea, quitar fácilmente la camisa, que sirve para la regulación de la temperatura, alrededor del componente producido.

40 “Absorción” describe la absorción de energía térmica de la radiación por el 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. Se puede tratar de un aceite, un disolvente o un líquido en general.

45 “Calefacción inducida por radiación” significa a continuación una irradiación del sitio de construcción con fuentes de radiación fijas o móviles. El absorbente se adapta al tipo de radiación y preferiblemente se optimiza. Esto debería conducir, en este caso, a diferentes grados de calentamiento del polvo “activado” y no “activado”. “Activado” significa que la impresión del absorbente aumenta la temperatura en estas áreas en comparación con las otras áreas del espacio de construcción.

50 “Temperatura de base” en el sentido de la invención es la temperatura que se alcanza en el espacio de construcción en la superficie del material particulado y en el material particulado impreso por medios adecuados, por ejemplo, un radiador de infrarrojos. En este caso, la temperatura de base se elige de manera tal que sea adecuada en relación con el material particulado y en interacción con el absorbente para lograr la solidificación selectiva con propiedades positivas del material.

60 “Calefacción IR” en este documento significa específicamente irradiar el sitio de construcción con un radiador de infrarrojos. En este caso, el radiador también puede ser estático o se puede mover sobre el sitio de construcción con una unidad móvil. Mediante el uso del absorbente, el calentamiento IR en el sitio de construcción provoca aumentos de temperatura de diversos grados.

65 Un “radiador IR” es una fuente de radiación infrarroja. En este caso, por lo general, se utilizan cables incandescentes en carcasas de cuarzo o cerámica para generar la radiación. Dependiendo de los materiales utilizados, existen diferentes longitudes de onda de radiación. Con este tipo de radiador, la longitud de onda también depende de la potencia.

Una "lámpara de techo" en el sentido de la invención es una fuente de radiación que se coloca por encima del sitio de construcción. Es estacionaria pero su salida de radiación se puede regular.

5 La "lámpara de sinterización" es una fuente de radiación que calienta el polvo de proceso (material de construcción particulado) por encima de su temperatura de sinterización. Puede ser estacionaria. En realizaciones preferidas, sin embargo, se mueve sobre el sitio de construcción.

10 "Sinterización" o "fusión" es el término para la coalescencia parcial de las partículas en el polvo. En este sistema, la sinterización está relacionada con la acumulación de resistencia.

La expresión "ventana de sinterización" se refiere a la diferencia de temperatura entre el punto de fusión que se produce cuando el polvo se calienta por primera vez y el punto de solidificación que se produce cuando el polvo se enfría posteriormente.

15 La "temperatura de sinterización" es la temperatura a la que el polvo se funde y combina por primera vez.

Por debajo de la "temperatura de recristalización", el polvo que se fundió una vez se solidifica de nuevo y se contrae claramente.

20 "Tasa de reciclaje" se refiere a la relación entre la cantidad de material particulado que se puede utilizar para una nueva ejecución del método después de la finalización del método de construcción y la cantidad total de material particulado requerido para una ejecución del método. Los materiales particulados, cuyas propiedades cambian debido al proceso de construcción, requieren en algunos casos una mezcla de una proporción de material particulado no utilizado en el proceso. Un ejemplo típico es la poliamida 12, que se daña térmicamente en forma irreversible cuando se calienta cerca del punto de fusión.

25 La "densidad de empaquetamiento" describe el llenado del espacio geométrico con materia sólida. Depende de la naturaleza del material particulado y del dispositivo de aplicación y es una variable de salida importante para el proceso de sinterización.

30 El término "contracción" describe el método de acortamiento geométrico de una dimensión de un cuerpo geométrico como resultado de un método físico. A modo de ejemplo, la sinterización de polvos que no están empaquetados idealmente es un método que implica una contracción con respecto al volumen inicial. Se puede asignar una dirección a una contracción.

35 La "deformación" ocurre cuando el cuerpo experimenta una contracción desigual durante un proceso físico. Esta deformación puede ser reversible o irreversible. La deformación suele estar relacionada con la geometría global del componente.

40 Como "rizado" se designa en el presente documento a un efecto que proviene del método por capas de la invención descrita. En este caso, las capas producidas en rápida sucesión están expuestas a diferentes contracciones. Debido a los efectos físicos, el material compuesto se deforma en una dirección que no coincide con la dirección de la contracción.

45 El "valor de grises" describe la cantidad de absorbente impresa en el polvo. En este caso, según la invención, se pueden imprimir diferentes valores de grises en el sitio de construcción con el fin de lograr diferentes grados de calentamiento.

50 El material de construcción siempre se aplica en una "capa definida" o "espesor de capa", que se establece individualmente según el material de construcción y las condiciones del método. Es, por ejemplo, de 0,05 a 0,5 mm, preferiblemente de 0,1 a 0,3 mm. "Diferencia de temperatura" se refiere a la diferencia de temperatura en el sitio de construcción en áreas que están o no impresas con absorbente y, por lo tanto, deben o no deben consolidarse. En este caso, el objetivo también puede ser consolidar áreas solo parcialmente o consolidarlas solo muy ligeramente e incluso no consolidarlas sustancialmente, a pesar de la impresión de absorbente, como es el caso en las formas de realización preferidas para la camisa. El delta de temperatura variará en consecuencia.

55 "Intervalo de temperatura" se refiere al intervalo de temperatura dentro del cual las áreas del material particulado se calientan y luego se enfrían nuevamente durante el proceso de construcción por capas.

60 "Templado" significa establecer una temperatura deseada en el espacio de construcción, que puede mantenerse constante o variarse cíclicamente. Preferiblemente, una temperatura de base se establece en un valor seleccionado.

65 "Camisa" en el sentido de la descripción es un área o una capa que rodea la pieza moldeada y que se calienta más durante el proceso de construcción por capas que el polvo que se encuentra afuera, que no pertenece ni a la camisa ni a la parte moldeada. Con la ayuda de la camisa, la temperatura en el método se puede regular localmente en la pieza

moldeada deseada. La camisa se caracteriza por una impresión de absorbente al menos parcial. Preferiblemente, el absorbente se imprime en la camisa en cada capa o en capas que se repiten regularmente. Esta camisa puede tener varios milímetros de espesor y rodea completamente la pieza moldeada para producir. Alternativamente, la camisa puede consistir en anillos recurrentes (desde abajo hacia arriba en la dirección de construcción) que rodean la pieza moldeada y que se caracterizan por una impresión de absorbente. La camisa puede presentar una resistencia que corresponda a la de la pieza moldeada, preferiblemente su resistencia es menor que la de la pieza moldeada. En una forma de realización preferida, la camisa tiene solo una resistencia ligeramente superior que el propio material de construcción y, por lo tanto, se puede quitar fácilmente de la pieza moldeada después del método de construcción.

A continuación se describen varios aspectos de la invención. En un aspecto, la invención se refiere a un método para producir piezas moldeadas en 3D, donde el material de construcción particulado se aplica a un sitio de construcción en una capa definida por medio de un recubridor, uno o más líquidos o material particulado de uno o más absorbentes se aplican selectivamente, esta capa se calienta mediante un primer paso de calentamiento a una temperatura de base del polvo sin absorbente, que se encuentra dentro de la ventana de sinterización del polvo de poliamida, y un segundo paso de sinterización conduce a una solidificación selectiva de las áreas impresas con absorbente a una temperatura de sinterización por encima de la temperatura de fusión del polvo, en donde las áreas con absorbente aplicado selectivamente se calientan más en el primer paso que las áreas sin absorbente y, por lo tanto, se establece una diferencia de temperatura entre las áreas con y sin absorbente, el sitio de construcción se reduce en un espesor de capa o el recubridor aumenta en un espesor de capa, estos pasos se repiten hasta que se producen las piezas moldeadas en 3D deseadas, en donde el paso de calentamiento se lleva a cabo a la temperatura de base utilizando un radiador con una longitud de onda de 3-8 μm , y el paso de sinterización, utilizando un radiador con una longitud de onda de 0,5-1,5 μm .

Con el método de acuerdo con la invención, se encontró una combinación particularmente ventajosa de diferentes condiciones de método, que sorprendentemente conduce a resultados de método muy ventajosos y permite la construcción de piezas moldeadas en 3D de alta calidad en el método HSS.

Un aspecto aquí es la selección y el ajuste precisos del intervalo de longitud de onda del radiador para obtener estos resultados de método ventajosos junto con los otros parámetros de método seleccionados. En este caso, la longitud de onda debe seleccionarse como se indicó con anterioridad, siendo la longitud de onda la longitud de onda máxima de la radiación del cuerpo negro.

Se utiliza un absorbente adecuado para las otras condiciones de método, siendo el absorbente preferiblemente un líquido, que preferiblemente es una tinta a base de aceite y que contiene partículas de carbono. Un ejemplo de tinta adecuada es XAAR IK821.

Es preferiblemente un material de construcción particulado con un tamaño de grano promedio de 50-60 μm , preferiblemente 55 μm , una temperatura de fusión de 180-190 °C, preferiblemente 186 °C y/o una temperatura de recristalización de 140-150 °C, preferiblemente de 145 °C, utilizado en el método según la invención. Ejemplos de tales materiales de construcción son una poliamida 12, PA2200® o Vestosint1115®.

El ciclo de la aplicación de capas se selecciona en este caso de acuerdo con los otros parámetros de método y un ciclo completo de una aplicación de capas es de 20 a 40 s. "Ciclo completo de aplicación de capas" debe entenderse como la secuencia en la que el recubridor y la unidad de impresión cubren cada una la superficie completa del método del sitio de construcción.

La temperatura base se regula ventajosamente en 145 °C a 186 °C, preferiblemente 160 °C a 180 °C y/o la temperatura de sinterización se establece en 175 °C a 220 °C, preferiblemente 190 °C a 210 °C.

En una realización particularmente preferida del método según la invención, la temperatura o el suministro de calor se logra a través de un radiador o una lámpara de calor, que es preferiblemente una lámpara de vidrio o cerámica, y en donde la distancia desde el radiador a la superficie del sitio de construcción es preferiblemente de 10 a 50 cm, preferiblemente de 15 a 30 cm, más preferiblemente de 15 a 25 cm.

Con los parámetros de método presentados con anterioridad en la combinación mostrada, sorprendentemente se podrían lograr resultados de método muy ventajosos.

En un método no acorde con la invención para producir piezas moldeadas en 3D, en donde el material de construcción particulado se aplica en una capa definida a un campo de construcción por medio de un recubridor, uno o más líquidos o material particulado de uno o más absorbentes se aplican selectivamente, esta capa se calienta, por lo que las áreas con absorbente aplicado selectivamente calientan más que las áreas sin absorbente y, por lo tanto, se establece una diferencia de temperatura entre las áreas con y sin absorbente, el campo de construcción se reduce en un espesor de capa o el recubridor se eleva en un espesor de capa, estos pasos se repiten, hasta que se produzca la pieza moldeada en 3D deseada y se imprima absorbente adicional alrededor de la pieza moldeada en 3D para crear al menos una camisa.

Se prefiere particularmente una realización en la que el calentamiento se realiza de tal manera que solo las áreas impresas con absorbente están conectadas por fusión parcial o sinterización.

- 5 Con el método según la invención, los problemas o desventajas esbozados con anterioridad se reducen al menos o se evitan por completo. En particular, se incrementa la tasa de reciclaje del material de construcción y, por tanto, la rentabilidad. También es posible ajustar la temperatura en el espacio de construcción y en las áreas individuales del material de construcción de una manera mejor coordinada y reducir o eliminar problemas como el rizado.
- 10 El material de construcción puede tener cualquier forma y medio adecuados que se puedan aplicar con el dispositivo. El dispositivo utilizado para el método puede adaptarse a los materiales de construcción con medios adecuados y estructuralmente con medios conocidos. El material de construcción se utiliza preferentemente en forma de polvo o como dispersión.
- 15 La temperatura en el espacio de construcción se ajusta a una temperatura que es ventajosa para el método y se adapta al material de construcción, que también puede denominarse temperatura de base. Después de la aplicación de las capas, la capa recién aplicada se calienta por radiación, preferiblemente plana o en forma de barrido, de tal manera que alcanza rápidamente la temperatura de base.
- 20 El material de construcción en el sitio de construcción o en la caja de trabajo también se puede templar preferiblemente.
- Es posible usar absorbentes conocidos de los métodos HSS en general, por lo que preferiblemente se usa un absorbente diferente o preferiblemente el mismo en la pieza moldeada en 3D y la camisa.
- 25 El absorbente se puede aplicar a todas las áreas selectivas en la misma o en diferentes cantidades. Preferiblemente, se aplica menos absorbente en el área de la camisa. Además, la aplicación del absorbente en el área de la camisa se puede elegir de modo que la resistencia de la camisa se ajuste, por un lado, y la temperatura se pueda influir por medio del aporte del absorbente en la camisa y seleccionando el grosor de la camisa, por otro lado. Para la camisa se utiliza preferiblemente el mismo o un diferente absorbente que para la pieza moldeada.
- 30 El absorbente se selecciona y dosifica dependiendo de las propiedades deseadas y los efectos en el método. El absorbente utilizado para la camisa evita preferiblemente que el material de construcción se sinterice.
- 35 El líquido de impresión selectiva puede ser el propio absorbente o puede contenerlo o comprenderlo y contener adicionalmente otras sustancias. El absorbente comprende preferiblemente componentes absorbentes de radiación, plastificantes para el material de construcción particulado. Si se usa poliamida o un material similar como material particulado, el absorbente también puede contener una o más sustancias para interferir con la recristalización.
- 40 En un aspecto preferido del método, se usa una fuente de radiación para cada absorbente, preferiblemente se usan dos absorbentes con dos fuentes de radiación.
- Se puede utilizar cualquier medio adecuado como fuente de radiación o calor, en donde las fuentes de radiación emiten radiación infrarroja preferiblemente en el intervalo de longitud de onda de 1 a 20 μm .
- 45 En una realización preferida adicional del método, la camisa se construye con un espesor de pared de 1 a 10 mm, preferiblemente de 2 a 5 mm y más preferiblemente de 3 mm. En este caso, la camisa puede o no solidificarse mediante el método. Preferiblemente, la funda no se solidifica mediante el método.
- 50 Un aspecto importante de la invención es el control de la temperatura en el método, en especial en las áreas de aplicación del absorbente y las áreas en las que no se aplica absorbente. En este caso, las temperaturas, las diferencias de temperatura, la ciclación de la temperatura a cada material de construcción y el absorbente utilizado se adaptan para obtener las piezas moldeadas deseadas y lograr los efectos ventajosos del método según la invención.
- 55 En este caso, se puede utilizar el siguiente método. La misma temperatura o temperaturas localmente diferentes se establecen o generan preferiblemente en el material de construcción aplicado. Preferiblemente, se establece una temperatura en la camisa que está por debajo de la temperatura de sinterización del material de construcción en este intervalo. También se puede establecer o lograr cierto perfil de temperatura formando y colocando la camisa en consecuencia. Preferiblemente, se genera un perfil de temperatura en el material de construcción aplicado, que se caracteriza por una distribución de temperatura baja: más alta: incluso más alta ($T_1 < T_2 < T_3$) en las áreas área fuera de la camisa: área de la camisa: área dentro de la camisa (camisa < área de la camisa < área dentro de la camisa) de acuerdo con la Figura 6.
- 60
- 65 Por otro lado, la temperatura alcanzada en el sitio de construcción se controla directamente mediante el aporte de energía, en donde la camisa influye en el ajuste de temperatura local. Ventajosamente, el aporte de calor o de energía se pueden introducir uniforme o localmente de manera diferente en el sitio de construcción.

El ajuste de temperatura se puede controlar mediante la estructura de la camisa, como se muestra, y se puede controlar mediante el aporte del absorbente. Preferiblemente, se usa un absorbente para la camisa que presenta un punto de ebullición más alto que el absorbente que se usa para la pieza moldeada 3D. La cantidad del absorbente o de los absorbentes se regula preferiblemente por medio de niveles de grises del cabezal de impresión o métodos de difuminado.

Se utilizan cabezales de impresión conocidos con tecnología adecuada para aplicar el líquido y el absorbente. El líquido se puede aplicar en forma selectiva mediante uno o más cabezales de impresión. La masa de gotas del cabezal o los cabezales de impresión se puede ajustar preferiblemente. El cabezal o los cabezales de impresión pueden aplicar selectivamente el líquido en una o ambas direcciones de desplazamiento. Lo que se logra en el método es que el material de construcción particulado se solidifica selectivamente, de preferencia se solidifica y sinteriza selectivamente.

Durante el método de construcción, el material de construcción y el absorbente se aplican cíclicamente. En este caso, el sitio de construcción se reduce según el espesor de capa seleccionado o las unidades de aplicación se elevan en consecuencia. Estos métodos se repiten cíclicamente. La temperatura básica en el material de construcción se ajusta en consecuencia y la temperatura en las áreas seleccionadas se eleva cíclicamente en un intervalo de temperatura por encima de la temperatura básica y luego se vuelve a bajar. El intervalo de temperatura está determinado por el material. El intervalo de temperatura se extiende preferiblemente, dependiendo de la selección del material de construcción, comenzando desde el punto de fusión del material de construcción en un intervalo de 0 a -50 K, 0 a -30 K, 0 a -20 K y 0 a 10 K.

Las diferentes áreas del sitio de construcción se establecen a temperaturas adecuadas. La diferencia de temperatura entre las áreas con y sin absorbente está preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 30 K. Además, el intervalo de temperatura que se establece en el área impresa con absorbente y las demás áreas es importante en el método según la invención. La temperatura en el área impresa con absorbente o el área dentro de la camisa se establece preferiblemente en un intervalo de temperatura de 0 a -30 K, preferiblemente de 0 a -25 K, más preferiblemente de 0 a -15 K, hasta el punto de fusión del material de construcción.

En una realización preferida, el absorbente y la temperatura se seleccionan de manera que la camisa pueda retirarse fácilmente después del proceso de construcción mediante chorro de polvo o mediante un chorro de aire.

Otro aspecto de la divulgación es la pieza moldeada en 3D producida utilizando el método de acuerdo con la invención. Preferiblemente, la pieza moldeada presenta una camisa que la rodea esencialmente en toda su circunferencia, en donde esta camisa se construye utilizando un absorbente y un material de construcción particulado no solidificado que se encuentra entre la pieza moldeada en 3D y la camisa. Se pueden configurar varias resistencias en la pieza moldeada. La camisa presenta preferiblemente una resistencia que es menor, esencialmente igual o mayor que la del componente.

Alternativamente, la pieza moldeada en 3D se produce usando un absorbente, en donde la pieza moldeada en 3D está esencialmente rodeada por completo por una camisa y esta camisa se construye usando un absorbente y la camisa después del método de construcción se puede quitar fácilmente mediante chorro de polvo o un chorro de aire. En este caso, la camisa se puede construir lateralmente alrededor de la pieza moldeada en 3D hacia arriba durante el método de construcción. Esto sucede temporalmente en paralelo a la construcción de la pieza moldeada en 3D.

Otro aspecto de la divulgación es un aparato que es adecuado para realizar un método según la invención. La temperatura del dispositivo se puede controlar preferiblemente y presenta preferiblemente aislamiento (506) en la plataforma (102) de construcción hacia abajo y/o preferiblemente en forma lateral. El dispositivo también puede presentar un calentador (504) de resistencia. La plataforma de construcción (102) puede ubicarse directamente en el dispositivo o puede ser parte de una caja de trabajo o un contenedor de construcción. El dispositivo se caracteriza preferiblemente por una plataforma (102) de construcción en un contenedor (110) de construcción, siendo preferiblemente el contenedor (110) de construcción de temperatura controlable.

Varias lámparas de calor, dispositivos de irradiación, etc. pueden formar parte del dispositivo. Preferiblemente, el dispositivo presenta un medio de calentamiento fijado sobre la plataforma de construcción, preferiblemente una lámpara (108) de techo. El dispositivo presenta preferiblemente un medio de calentamiento móvil, preferiblemente una lámpara (109) de sinterización.

En un aspecto adicional, que puede combinarse de cualquier manera con los aspectos y características descritos con anterioridad, el método de sinterización o la unión del material particulado que se ha impreso selectivamente con el absorbente se mejora aún más por el hecho de que el control de temperatura o el aporte de energía se produce de modo diferente y, por tanto, se puede obtener un componente con propiedades mejoradas.

En este aspecto adicional, la divulgación se refiere a un método de impresión 3D y un dispositivo adecuado para ello, que se lleva a cabo preferiblemente como un método HSS, y se caracteriza porque se utilizan dos lámparas de sinterización con diferente espectro de longitud de onda o aporte de energía, preferiblemente dos lámparas de

sinterización o una lámpara de sinterización, cuyo espectro se caracteriza porque está compuesto por dos espectros de radiación de cuerpo negro diferentes entre sí, o se caracteriza porque presenta un espectro que difiere del espectro de radiación de cuerpo negro. Así, se describe un dispositivo y un método en el que el ajuste de temperatura del material particulado y las áreas por solidificar en el material particulado se realiza con al menos dos emisores (lámpara de sinterización) o un emisor con diferentes longitudes de onda y/o aporte de energía.

En un aspecto preferido, en el dispositivo se utilizan al menos dos lámparas de sinterización, que cubren un espectro de radiación diferente. Esto permite establecer las condiciones del método de una manera más diferenciada. De esta manera, se asegura ventajosamente que se alcance una temperatura para el polvo sin imprimir libre de absorbente que no sea demasiado alta y, por lo tanto, evita esencialmente la adherencia no deseada de este material, por otro lado, se puede lograr una temperatura de fusión optimizada en el área del material particulado que contiene absorbente.

Se utilizan preferiblemente dos lámparas de sinterización, que preferiblemente se pueden controlar en forma independiente entre sí y se pueden mover en forma independiente sobre el sitio de construcción. Para cada lámpara de sinterización, se selecciona un espectro de longitud de onda o longitud de onda que se corresponde con el material particulado respectivo y el aglutinante que se va a imprimir y se corresponde con los otros parámetros del método, como la velocidad de desplazamiento, la temperatura de base, el espesor de la capa de partículas. También se puede utilizar cualquier lámpara de sinterización con un nivel de potencia preseleccionado, por ejemplo, 50, 60, 70, 80, 90% de su potencia máxima. Una velocidad de desplazamiento típica de las lámparas de sinterización está en el intervalo de 90 a 150 mm/seg, preferiblemente de 100 a 120 mm/seg. Las al menos dos, preferiblemente dos, lámparas de sinterización están preferiblemente acopladas al recubridor o están dispuestas independientemente de ella en sus propios ejes. Las dos lámparas de sinterización tienen diferentes longitudes de onda y se mueven esencialmente de modo simultáneo sobre el sitio de construcción, de preferencia alternativamente o una tras otra. Tanto el lecho de polvo con el material particulado aplicado se calienta o se fija la temperatura así como las áreas impresas con absorbente. Sin embargo, la absorción de la radiación es mayor en las áreas impresas con absorbente y, por lo tanto, es posible ajustar la temperatura de fusión en las áreas por solidificar de manera más óptima, lo que tiene un efecto positivo en las propiedades del componente, especialmente en lo que respecta a la resistencia. Por otro lado, en las zonas no impresas con absorbente, la temperatura permanece esencialmente por debajo de la temperatura de fusión y se evita esencialmente una solidificación, lo que dificulta el desembalaje. Por tanto, se evita esencialmente una fusión parcial.

Una lámpara halógena de infrarrojos se usa preferiblemente dos veces como lámpara de sinterización, pero difieren algo en términos de la longitud de onda que generan. Preferiblemente, el segundo radiador está dispuesto en este caso simplemente detrás del primer radiador. No siempre es necesario conectar ambos radiadores al mismo tiempo, sino que también pueden alternarse, por ejemplo, radiador 1 al pasar de izquierda a derecha, luego radiador 2 de derecha a izquierda, etc.

En una realización preferida, una lámpara de calor se puede construir de tal manera que contenga tanto los radiadores para ajustar la temperatura de base en el espacio de construcción como los radiadores necesarios para el método de solidificación que, a su vez, pueden cubrir al menos dos longitudes de onda o intervalos diferentes.

En una realización preferida [Fig. 9], el eje del recubridor contiene un segundo emisor (509) de radiación con reflector (510) en el lado derecho del primer emisor (507). El segundo emisor tiene un espectro de radiación diferente en comparación con el primero. Esto, por ejemplo, puede lograrse porque un radiador con 1 kW de potencia y 350 mm de longitud tiene un espectro de infrarrojo cercano con una longitud de onda máxima de 1 μm , el segundo radiador con 1 kW de potencia y 350 mm de longitud tiene un espectro de onda media con una longitud de onda máxima de 2 μm . Esto permite la regulación separada de las velocidades de calentamiento del polvo humedecido (107) y no humedecido (103), es decir, material particulado impreso selectivamente con absorbente - durante el paso con el eje del recubridor, dado que el material particulado utilizado absorbe radiación preferiblemente en el intervalo de infrarrojos de onda más larga, polvo humedecido preferiblemente en el intervalo de onda más corta. También es posible controlar ambas tasas de calentamiento variando la velocidad de paso y la potencia del radiador. En un aspecto adicional, la velocidad de desplazamiento del eje del recubridor (101) también se puede configurar para regular aún más el aporte de energía y adaptarlo como un ajuste fino. Por tanto, un control específico del espectro emitido consigue ventajosamente que el material particulado que no está impreso con absorbente se pueda desprender ahora más fácilmente del componente. De esta manera, se reduce o evita por completo la fusión parcial del material particulado no impreso con absorbente. Al mismo tiempo, se asegura que las áreas impresas con absorbente reciban un aporte de energía suficiente para lograr una fusión o solidificación del material particulado con buenas propiedades de componente. Preferiblemente, la velocidad a la que se desplaza el eje del recubridor también se puede ajustar para regular el aporte de energía.

También se prefiere una combinación de dos emisores con un espectro de onda corta, una longitud de onda máxima de 1,2 μm y un espectro de onda media de 2 μm , en donde se halla un emisor en el estado apagado dependiendo de la dirección en la que el eje del recubridor pasa sobre el lecho de polvo. Así, el paso de sinterización tiene lugar con la activación de ambos emisores, el retorno, con la aplicación de la siguiente capa de material particulado con el emisor de onda corta apagado. Por tanto, se puede conseguir de manera ventajosa una mayor eficiencia energética y una

mayor velocidad de sinterización.

Los sistemas de ejes se diseñan preferiblemente para que sean lo más estrechos posible, ya que esto significa que los efectos de sombreado en la superficie del polvo de los elementos calefactores de techo (lámpara de calor) se pueden mantener lo más bajos posible. Esto también evita o al menos reduce un enfriamiento. En una realización preferida, ambos tipos de emisores pueden acomodarse dentro de una sola bombilla de vidrio de cuarzo [Fig. 11]. El montaje en el lateral de la unidad de recubrimiento también es posible para poder compensar los efectos de sombreado [Fig. 10].

El uso de emisores de diferentes espectros en el elemento calefactor (500) de techo permite valores de potencia reducidos de los emisores en la unidad de recubrimiento o cabezal de impresión y, por lo tanto, ofrece la ventaja de un menor desarrollo de calor en las unidades respectivas que, por lo tanto, deben enfriarse en un grado reducido.

Una realización preferida adicional puede consistir en que uno, preferiblemente dos emisores con diferentes espectros de radiación se unan adicionalmente al eje del cabezal de impresión [Fig. 12]. Esto tiene la ventaja de que, con suficiente protección de la superficie del polvo, por ejemplo, con una cubierta enrollable metálica que abarca el lecho de polvo, el sistema de calefacción de techo se puede eliminar por completo. Por lo tanto, no solo se puede reducir el consumo de energía de esta estructura, sino que la superficie del polvo también se puede templar de manera más uniforme al pasar ambos sistemas de ejes, lo que beneficia la resistencia y reconstrucción de la forma de los componentes producidos por el método.

En una realización preferida adicional, también se pueden conectar emisores de diferentes longitudes de onda al sistema de calefacción de techo [Fig. 13]. Por tanto, es ventajoso que los emisores en los sistemas de eje se eliminen por completo, con el resultado de que su velocidad de desplazamiento se puede maximizar debido a la masa y las dimensiones ahora menores. Además, ventajosamente se acorta el sombreado de la superficie del polvo de los elementos calefactores de techo, lo que evita que la superficie se enfríe. La estructura en esta realización preferida se caracteriza porque para producir la temperatura de base de la superficie del polvo se utilizan elementos calefactores cerámicos en el sistema de techo, pero después de la impresión/humectación selectiva de la superficie del polvo con un absorbente por el cabezal de impresión, los radiadores de infrarrojo cercano se activan adicionalmente en el sistema de calefacción de techo durante un tiempo definido de preferiblemente 8 seg e iluminan la superficie del polvo en forma homogénea. Esto ahora conduce a que el material particulado de la superficie mojada se derrita.

En una realización preferida, la divulgación se refiere a un dispositivo adecuado para llevar a cabo un método como se describió con anterioridad. En este caso, todas las características descritas con anterioridad se pueden combinar entre sí de cualquier manera. Se prefiere un dispositivo que se caracteriza porque presenta las siguientes características:

un elemento (507) calefactor ubicado en el recubridor (101) de cuchilla oscilante con una longitud de onda máxima de 0,3 μm a 3 μm , preferiblemente de 0,7 μm a 2,5 μm , de particular preferencia, de 0,9 μm a 1,4 μm , preferiblemente un reflector (502), otro elemento (509) calefactor, preferiblemente con reflector (510), que preferiblemente presente un espectro de radiación de 1 mm a 3 μm , preferiblemente de 1,5 μm a 2,5 μm , de particular preferencia, de 1,7 μm a 2,2 μm , que se diferencia del elemento (507) calefactor, y/o al mismo tiempo el elemento (507) calefactor funciona con una potencia diferente de 200 W a 2 kW, preferiblemente de 350 W a 1,5 kW, de particular preferencia, de 400 W a 700 W, y/o está ubicado junto al primer elemento calefactor en el lado que mira hacia el espacio de construcción y/o está situado lateralmente al lado de la paleta oscilante en el lado opuesto al espacio de construcción y/o está situado junto con el primer elemento calefactor debajo de un reflector (511) común, y/o está incorporado en la ampolla de vidrio de cuarzo del primer elemento calefactor y/u

otro elemento (510) calefactor con reflector (509) ubicado en el lado izquierdo de la unidad (100) del cabezal de impresión que mira hacia el espacio de construcción y/u otro elemento (512) calefactor con reflector (511) en el lado derecho de la unidad del cabezal de impresión que mira en dirección opuesta al espacio (508) de construcción.

Otra realización preferida es un dispositivo que comprende un elemento (514) calefactor adicional con un espectro diferente al primero (513), ubicado en una lámpara (108) de techo con una longitud de onda máxima de 0,3 μm a 3 μm , preferiblemente de 0,7 μm a 2,5 μm , de particular preferencia, de 0,9 μm a 1,4 μm .

La ventaja de utilizar dos radiadores con diferentes espectros de radiación radica en que la temperatura de la superficie no humedecida de la aplicación (107) se puede controlar independientemente de la temperatura de la superficie (103) del polvo humedecido (áreas impresas selectivamente con absorbente). A partir de la Fig. 9, entre otras, queda clara la idea inventiva en una realización preferida. Aquí se muestra una lámpara (507) de halógeno infrarroja que se utilizará para el recorrido de exposición, cuya dirección del haz se dirige a la superficie (107) del polvo mediante un reflector (502), sobre la cual se ubica la capa (103) previamente aplicada por iluminar, ahora se utiliza un segundo radiador (509) con reflector (510) que, sin embargo, difiere del espectro emitido por el primer radiador (507).

A continuación, se muestran nuevamente las variaciones preferidas de la divulgación:

1) Dos radiadores con diferentes espectros.

- Radiador 1 con espectro de onda media (longitud de onda máxima de 1,6 μm), radiador 2 con espectro de infrarrojo cercano (longitud de onda máxima de 0,98 μm).
 - Radiador 1 con un espectro de onda media (longitud de onda máxima de 1,6 μm), radiador 2 con un espectro de onda corta (longitud de onda máxima de 1,2 μm).
 - Radiador 1 con un espectro de onda media (longitud de onda máxima de 1,6 μm), radiador 2 con un espectro de onda larga (longitud de onda máxima de 4,6 μm).
 - Radiador 1 con espectro de onda larga (longitud de onda máxima de 4,6 μm), radiador 2 con espectro de infrarrojo cercano (longitud de onda máxima de 0,98 μm).
 - Radiador 1 con un espectro de onda larga (longitud de onda máxima de 4,6 μm), radiador 2 con un espectro de onda corta (longitud de onda máxima de 1,2 μm).
 - Radiador 1 con espectro de onda corta (longitud de onda máxima de 1,2 μm), radiador 2 con espectro de infrarrojo cercano (longitud de onda máxima de 0,98 μm).
- 2) Como 1), pero ambos radiadores intercambiados
- 3) Como 1), pero un espectro de radiador con componentes en el intervalo UV
- 4) Como 1), en donde un radiador es un radiador cerámico o un radiador de cuarzo
- 5) Dos radiadores idénticos, en los que un radiador funciona con una potencia menor, de modo que su espectro se desplaza hacia longitudes de onda mayores.
- 6) Dos radiadores de cualquier espectro según 1), cuya fuente de alimentación se utiliza para adaptar el espectro.

Como se describe, el método descrito puede variar modificando la secuencia temporal de cada una de las etapas del método y, por lo tanto, se pueden lograr resultados ventajosos del método:

- 1) Ambos radiadores se encuentran en estado encendido durante el paso sobre la superficie (103) del polvo.
- 2) Solo un radiador, opcionalmente (507) o (509), se encuentra en estado encendido, el otro en estado apagado durante el paso, durante el cual tiene lugar la exposición, según el ejemplo en la Fig.10, de izquierda a derecha.
- 3) Como 2), pero durante el paso de recubrimiento, según el ejemplo en la Fig. 10, de derecha a izquierda.
- 4) Como en 2), sin embargo, el otro radiador está en estado encendido con respecto a la dirección de movimiento.
- 5) Como 2), durante un paso, ambos radiadores se encuentran en estado apagado.

En una realización alternativa no acorde a la invención, el objeto en el que se basa la solicitud también se puede conseguir logrando que el ajuste fino de la temperatura o la optimización de la temperatura sea mediante la utilización de fluidos presurizados con un espectro de absorción ventajoso, de modo que el material particulado mojado con él se pueda calentar mediante un espectro definido del emisor infrarrojo en la mayor medida posible. En este caso, se pueden presurizar selectivamente diferentes fluidos hidráulicos (absorbentes) y, por lo tanto, se puede lograr un calentamiento y solidificación mejorados y/u optimizados del componente y sus propiedades.

El fluido a presión (absorbente) se adapta ventajosamente en este caso a los radiadores y, en este caso, el método puede realizarse con un radiador de techo y un radiador de sinterización. Se pueden aplicar selectivamente uno, dos o tres fluidos presurizados diferentes como una mezcla al mismo tiempo, uno detrás del otro, alternativamente. El fluido presurizado o la mezcla de fluidos presurizados pueden presentar, por ejemplo, un máximo de absorción de entre 750 y 900 nm, preferiblemente de 780 a 850 nm, más preferiblemente de 815 nm. Cada fluido presurizado puede presentar un máximo de absorción diferente como se mencionó con anterioridad.

A continuación se describen otros aspectos de la divulgación.

Una tarea de prevenir o reducir eficazmente el envejecimiento del polvo se consigue, como se describió, preferiblemente imprimiendo absorbentes fuera del área geométrica del componente propiamente dicho. Esta medida significa que se puede reducir la cantidad de polvo que se expone a altas temperaturas.

El envejecimiento del polvo es un método químico que, según la literatura, implica diferentes mecanismos. Por ejemplo, se pueden encontrar los siguientes submétodos para la poliamida 12: Por un lado, el oxígeno atmosférico tiene un efecto oxidativo y cambia el material de base. Los grupos reactivos quedan así unidos y la resistencia no puede desarrollarse por completo. En segundo lugar, las cadenas del polímero de base crecen. Esto aumenta la viscosidad de la masa fundida y el procesamiento no se puede realizar de la misma manera que con el polvo nuevo. Cierta reducción de los grupos terminales reactivos se considera un tercer efecto. Esto se lleva a cabo mediante la reacción mutua de las cadenas de polímeros entre sí. Es particularmente importante para la unión de capas.

Lo que todos los efectos tienen en común es su naturaleza química. Esto va acompañado de una fuerte dependencia de la temperatura de los efectos. En este caso, la velocidad de reacción puede duplicarse fácilmente con un aumento de 10 °C. Esto hace que sea fácil ver que una disminución de la temperatura de solo unos pocos grados durante el proceso tendrá un efecto masivo sobre el envejecimiento del polvo.

El método según la técnica anterior consiste en las etapas de construcción de capas, impresión, exposición a la

radiación y descenso. La primera etapa es análoga a la formación de capas en la conocida impresión 3D a base de polvo. El polvo se coloca delante de una hoja, se aplica a una plataforma de construcción y se alisa con la hoja. Las posiciones de la plataforma de construcción en dos métodos de recubrimiento sucesivos determina 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 por chorro de tinta. Parte del líquido es un absorbente que, cuando se expone a la radiación, hace que el polvo se caliente localmente. Alternativamente, el absorbente también puede ser un polvo, preferiblemente un tóner de carbono, que se aplica selectivamente de una manera adecuada.

La capa así impresa se recubre ahora con una fuente de radiación y, por tanto, se calienta selectivamente. En este caso, la fuente de radiación calienta todo el polvo. Sin embargo, especialmente en áreas activadas, la temperatura aumenta hasta tal punto que las partículas comienzan a sinterizarse y unirse con ella.

Después de esta etapa, el sitio de construcción se reduce una capa de espesor. Luego, todas las etapas anteriores se repiten hasta que se haya creado el componente deseado.

Además de la fuente de radiación que barre el sitio de construcción, preferiblemente hay una fuente de radiación estacionaria adicional sobre el sitio de construcción. Funciona cuando el sitio de construcción no está cubierto por un agregado como el recubridor o el cabezal de impresión. Esta llamada lámpara de techo se regula preferiblemente de modo que se establezca una temperatura constante en el sitio de construcción. Por ejemplo, se puede utilizar un sensor pirométrico para determinar el valor real de la temperatura. En tal disposición, la lámpara del techo representa el componente central de regulación de la temperatura.

El sitio de construcción se mantiene a una temperatura cercana a la temperatura de sinterización. Por un lado, la energía adicional para sinterizar el polvo es entonces baja y puede introducirse por medios de acción suave. Por otro lado, la temperatura que rodea al componente es tan alta que la temperatura no desciende por debajo de la temperatura de recristalización durante el método de construcción en curso, incluso en las áreas de borde del componente y, por lo tanto, la formación de la capa se vería afectada.

A diferencia de la sinterización por láser, el proceso HSS no requiere que el polvo se mantenga cerca de la temperatura de sinterización. Se puede introducir selectivamente una gran cantidad de energía a través de la fuente de radiación en conexión con el absorbente. Por lo tanto, en este método solo es necesario mantener el polvo que rodea al componente a una temperatura cercana a la temperatura de sinterización para evitar que el componente se enfríe demasiado rápido después del aporte de energía.

Este efecto también se puede lograr imprimiendo el absorbente fuera del componente. Esto crea una zona que, por un lado, se calienta cerca de la temperatura de sinterización y, por otro lado, es tan baja que el polvo no se sinteriza en esta zona.

Para este proceso, se requieren bajas conductividades térmicas y altas capacidades térmicas en relación con las energías y los tiempos de capa utilizados. Esto asegura que el área fuera del componente no se enfríe demasiado rápido. Muchos polímeros que se utilizan en el campo de la sinterización cumplen los requisitos anteriores.

En el método de acuerdo con la técnica anterior, todo el polvo se calienta a una temperatura próxima a la temperatura de sinterización. El intercambio de energía hacia el área no impresa es impulsado por la diferencia de temperatura de unos pocos grados Celsius. Esto significa que el enfriamiento tiene lugar en un momento en el que ya se han construido muchas capas una encima de la otra en el lecho de polvo.

El método descrito se puede llevar a cabo con la misma sinterización a una temperatura significativamente más baja. Los parámetros son la cantidad relativa de absorbente y el ancho de la "camisa" alrededor del componente. La temperatura se controla mediante la lámpara de techo regulada.

La cantidad de aporte se puede configurar, por un lado, a través de la resolución de la presión. Esto se puede hacer si solo se utilizan un absorbente y un cabezal de impresión, por ejemplo, se puede configurar pasando sobre ellos varias veces. Por ejemplo, en una primera etapa, se imprime la sección transversal del componente. En la segunda pasada, la camisa se puede imprimir con una resolución adaptada. Este método requiere dos pasadas y, por lo tanto, no es óptimo para la velocidad del método.

Asimismo, ambas tareas de impresión se pueden realizar en una sola pasada. Es particularmente fácil debilitar las imágenes impresas en el área de la camisa utilizando el llamado difuminado. En este caso, se pueden usar varios algoritmos matemáticos para distribuir los puntos impresos de tal manera que el efecto térmico en la camisa alcance el nivel deseado. El uso de cabezales de impresión de inyección de tinta en escala de grises es técnicamente más complejo. Es posible un ajuste seleccionable de la masa de gotas durante la impresión.

También se pueden lograr propiedades particularmente favorables si se aplica por separado un absorbente diferente

del absorbente en el componente. Generalmente es necesario utilizar en este caso un segundo cabezal de impresión.

El segundo cabezal de impresión se puede mover junto con el primero. También se pueden integrar diferentes módulos en un cabezal de impresión. Dependiendo de la composición química, debe haber medios disponibles para separar los dos líquidos entre sí. Esto se aplica particularmente al método de limpieza del cabezal de impresión.

Al utilizar el segundo medio líquido, el efecto se puede ajustar de una manera especialmente específica. Por un lado, se trata del efecto del calor. Aquí, por ejemplo, la cantidad de entrada necesaria se puede influir a través de la cantidad relativa de absorbente. Esto puede ofrecer ventajas técnicas en términos de resolución y masa de gotas relativa.

Los cambios específicos en el comportamiento de sinterización también pueden tener lugar en la zona del borde. Por ejemplo, se puede introducir un agente de separación que retrase enormemente la sinterización. Esto evita las acumulaciones en el componente y facilita el desembalaje de los componentes.

Este efecto puede incluso exagerarse hasta tal punto que la temperatura de la camisa sea superior a la del componente. De esta manera, se puede lograr una sinterización adicional en el área del borde del componente propiamente dicho. De este modo, se puede prevenir aún mejor la deformación debida al enfriamiento.

El dispositivo necesario para llevar a cabo la invención se basa estrechamente en una impresora 3D para impresión a base de polvo. Además, se utilizan otras unidades de proceso para templar e imprimir los fluidos de proceso.

Al comienzo del método, se calienta todo el dispositivo. Todos los elementos calefactores se utilizan para aumentar la temperatura. La fase de calentamiento se completa 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 enumeran a continuación:

La plataforma (102) de construcción, sobre la que se coloca el polvo en el método y con la ayuda de la cual se fija el espesor de capa de las capas (107), se puede calentar utilizando varios sistemas. En una realización preferida, se usa un calentador (504) de resistencia eléctrica. Esto también se prefiere, debido a consideraciones de homogeneidad del efecto de calentamiento, diseñado como una película de calentamiento plana. El efecto de este calentamiento es registrado y regulado por un sensor. El sensor está conectado directamente a la plataforma de construcción. Este mismo está hecho convenientemente de metal, preferiblemente de aluminio. Un aislamiento (506) cubre la plataforma (102) de construcción desde abajo.

La plataforma de construcción también se puede calentar con un fluido. Para este propósito, las bobinas (504) de calentamiento se instalan debajo de la plataforma de construcción preferiblemente metálica. Nuevamente debajo hay un aislamiento (506) para homogeneizar el efecto de calentamiento.

Un aceite de templado fluye a través de las bobinas de calentamiento, por ejemplo. La preselección de la temperatura del aceite permite un ajuste exacto de la temperatura. Si el caudal es lo suficientemente alto y se ajusta la potencia, de esta manera se puede lograr un control muy preciso de la temperatura.

La plataforma (102) de construcción se mueve en el denominado contenedor (110) de construcción. Dependiendo del diseño del dispositivo de impresión 3D, esto se puede tomar de él. De esta manera, se puede lograr un alto grado 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 desembalan los componentes.

El contenedor (110) de construcción también se calienta. Se pueden utilizar las mismas técnicas que para la plataforma de construcción. El recipiente en sí mismo es de nuevo preferiblemente de metal, preferiblemente de aluminio para una buena conducción del calor. El calentamiento (504) realmente activo se deposita de nuevo con un aislamiento (503). Por lo tanto, se puede aumentar el efecto y elevar la homogeneidad.

Entre el dispositivo y el contenedor de construcción, hay preferiblemente un sistema enchufable para conectar la energía. Esto puede incluir una conexión eléctrica o conectores para fluido.

El siguiente gran sistema de calefacción de un dispositivo descrito es la lámpara (108) de techo. Preferiblemente se fija por encima del sitio de construcción e irradia perpendicularmente sobre el sitio de construcción. También se prefieren los radiadores de montaje lateral que irradian hacia el sitio de construcción en cierto ángulo. Se prefiere una construcción de este tipo para minimizar el ensombrecimiento del recubridor o del cabezal de impresión.

La lámpara (108) de techo está equipada preferiblemente con radiadores (500) de infrarrojos. Pueden ser lámparas de cristal de cuarzo o radiadores cerámicos. La selección se realiza en función del absorbente seleccionado y la mejor combinación según el método, adecuada a la longitud de onda.

Debido al método, es favorable operar la lámpara (108) de techo de manera regulada. Preferiblemente, se puede

utilizar un pirómetro (501) como sensor para este propósito. El pirómetro está dirigido a un área del borde de la obra, que está asegurada por el control y no impresa con absorbente.

En una realización preferida de la invención, la sinterización propiamente dicha se realiza mediante una lámpara (109) de infrarrojos transportada junto con el recubridor. Esto calienta el sitio de construcción mientras se conduce. Se puede utilizar para calentar el polvo recién impreso o una capa de polvo ya cubierta. Debido a la dinámica de temperatura necesaria, aquí se usa preferiblemente un radiador de cuarzo.

En una realización preferida del dispositivo, el polvo se precalienta antes de aplicarse a la superficie del polvo existente para que la capa no se enfríe demasiado. El calentamiento por resistencia eléctrica en el recubridor también es adecuado para precalentar el polvo.

En principio, todas las unidades también pueden calentarse indirectamente mediante radiación infrarroja. El recubridor se calienta en forma especialmente preferente con radiación cuando se producen fuertes vibraciones.

La siguiente secuencia de etapas del método se implementa preferiblemente con el dispositivo después de la fase de calentamiento:

El recubridor (101) produce una capa de polvo en la plataforma de construcción (Fig. 1a). Opcionalmente, dependiendo del diseño de la máquina, la nueva capa también se puede calentar con la lámpara (109) de sinterización. A continuación, esta capa se imprime mediante uno (100) o más cabezales (100 y 508) de impresión de chorro de tinta (Fig. 1b). Luego, la plataforma de construcción (102) se baja (1d). Ahora la capa impresa se calienta con la lámpara (109) de sinterización y luego se cubre nuevamente con polvo.

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

La Fig. 2 reproduce diagramas de temperatura. En este caso, la Fig. 2a muestra esquemáticamente la progresión de la energía que desprende el polvo cuando se calienta y luego se enfría nuevamente en un ciclo. Cuando se calienta, hay una fuerte absorción de energía a una determinada temperatura. Aquí es donde el material se funde o se sinteriza (temperatura de sinterización). Para la poliamida 12 apta para sinterización por láser, esta temperatura es de aproximadamente 185 °C. Durante el enfriamiento, también hay un punto significativo significativamente por debajo de la temperatura de sinterización (temperatura de recristalización). El material fundido se solidifica aquí.

Las Fig. 2b y 2c reproducen el curso de las temperaturas durante la ejecución de un método según un método según la técnica anterior. La Fig. 2b muestra en este caso el curso de la temperatura en el área no impresa. El uso de la fuente de radiación sinterizada da como resultado fases de calentamiento y enfriamiento que son realmente constantes. En el área no impresa, la temperatura nunca alcanza la temperatura de sinterización.

La Fig. 2c muestra el curso en el área impresa. Las fluctuaciones son más fuertes aquí. El método se lleva a cabo al menos de tal manera que la temperatura de sinterización se excede brevemente y parte del polvo se funde y permanece fundido. Si se calienta demasiado, todo el polvo en esta área se derrite y se produce una distorsión masiva. También se debe evitar demasiado enfriamiento del área impresa, ya que de lo contrario se producirá la recristalización y luego toda la contracción debido a la transmisión de potencia que ahora es posible conducirá a una distorsión geométrica (rizado), que puede hacer imposible el método posterior.

La Fig. 8 describe una combinación ventajosa de componentes con la que se pueden alcanzar las condiciones de método ventajosas según la invención. En el ejemplo de realización 4 se ilustran más detalles sobre esto. En las figuras adicionales, se muestra el aspecto de al menos dos lámparas de sinterización o de al menos dos tipos de emisores en una lámpara de sinterización o lámpara de calor.

La Fig. 9 muestra una estructura en la que, además del elemento (507) calefactor con reflector (502), se utiliza otro elemento (509) calefactor con reflector (510) de diferente espectro de radiación.

La Fig. 10 muestra una segunda variante de la estructura, estando el segundo elemento calefactor a la izquierda al lado de la paleta oscilante.

La Fig. 11 muestra una estructura en la que los dos elementos calefactores de diferente espectro están montados juntos, preferiblemente dentro de una ampolla de vidrio de cuarzo.

La Fig. 12 muestra una estructura en la que se montan más elementos calefactores, opcionalmente con diferentes longitudes de onda de pico, en el sistema de compartimentos del cabezal de impresión.

La Fig. 13 muestra una estructura en la que la unidad de calefacción de techo tiene un tipo adicional de emisor que se diferencia del primero en términos del espectro emitido.

Ejemplos

Ejemplo 1: Dispositivo con un cabezal de impresión de inyección de tinta de tamaño de gota binario

Los cabezales de inyección de tinta que se utilizan comúnmente en la impresión 3D emiten una gota en un punto de la cuadrícula de la superficie de impresión. El tamaño de esta gota se regula una vez.

En el método, se imprime una imagen en sección transversal adaptada a esta altura del cuerpo (103) de construcción deseado hecho de absorbente durante la impresión. En este caso, esta imagen se imprime con tal intensidad que las partículas se sinterizan en forma fiable cuando se pasa la lámpara de sinterización. Como se describió con anterioridad, las áreas sin imprimir permanecen sin sinterizar. Esta cantidad de líquido necesaria para ello e impresa por punto de trama se entiende como negro a continuación.

Durante el método, se imprime una camisa (301) alrededor del componente, que representa un valor de grises, es decir, contiene menos absorbente en el promedio local. La camisa (301) se determina preferiblemente a partir de los datos iniciales durante el cálculo de la capa. En este caso, por ejemplo, con el formato de archivo .stl, la superficie de la camisa se genera por el desplazamiento de las superficies triangulares.

El valor de grises se puede implementar en el área de cuadrícula utilizando métodos matemáticos. Para ello, el recubrimiento de la superficie de la camisa con puntos impresos se controla de tal manera que se alcance el valor de grises deseado de promedio en una determinada zona de visión local. Un ejemplo de tal método matemático es el llamado método de difusión de errores. Aquí se supone un área para promediar y los puntos de cuadrícula correspondientes se establecen según el valor de grises. En un ejemplo simple con un área de 10 por 10 puntos, se debe asignar a 30 puntos el valor "negro" para un valor de grises del 30% y 70 puntos quedan sin imprimir.

Si se utiliza este método, un cabezal (100) de impresión convencional es suficiente. El dispositivo no se diferencia de los dispositivos de la técnica anterior. También se pueden implementar las mismas rutas de datos, ya que la información se puede almacenar en un solo mapa de bits monocromo de la cuadrícula.

Las curvas de temperatura descritas con anterioridad deben considerarse ahora en tres áreas en el sitio de construcción: En el área (103) de los componentes, se aplican las mismas condiciones que se muestran en la Fig. 2b. La temperatura allí aumenta brevemente por encima de la temperatura de sinterización. En contraste con esto, la Fig. 5a muestra la temperatura en el área no impresa. Incluso puede estar muy por debajo de la temperatura de recristalización, ya que el área (301) del borde no se eleva por encima de la temperatura de sinterización y, por lo tanto, no permite ninguna transmisión de fuerza. La curva de la Fig. 6a reproduce la temperatura en el área (301) del borde del componente. Aquí se debería estar por encima de la temperatura de recristalización y por debajo de la temperatura de sinterización para que el área del componente no pueda caer por debajo de la temperatura de recristalización debido a la transferencia de calor y el área pueda eliminarse fácilmente después del proceso de construcción.

Ejemplo 2: Cabezal de impresión compatible con la escala de grises

Un dispositivo con un cabezal de impresión en escala de grises es más preciso en su aplicación. Estos cabezales de impresión están muy extendidos y son conocidos en el campo de los medios impresos. De esta forma, la resolución aparente se puede incrementar en esta área y así se puede lograr una mejor calidad de imagen.

En el área de la impresión 3D, este aumento de resolución no puede tener efecto directamente. Sin embargo, la tecnología se puede utilizar para cubrir las áreas del componente (103) y la camisa (301) con diferentes aportes de líquido. Así, por ejemplo, se puede establecer un valor de aporte del 50% en el área de la camisa en base a la cantidad en el área del componente. Los datos se transmiten utilizando un mapa de bits multicolor de cuadrícula. Como mínimo, se puede definir otro mapa de bits de cuadrícula que contenga los datos del área del borde. A continuación, la electrónica del cabezal de impresión evalúa los bits respectivos como información de nivel de grises.

Ejemplo 3: Sistema de material con un agente de separación

Se obtienen más grados de libertad esenciales cuando se imprimen varios líquidos diferentes.

Para ello, el dispositivo debe expandirse. Se utiliza un segundo cabezal (508) de impresión, que puede imprimir el segundo absorbente. No es necesario cambiar la ruta de datos en el control de la máquina. Los datos se dividen electrónicamente delante del cabezal de impresión correspondiente. Este cabezal de impresión no tiene que estar físicamente presente de manera discreta, sino que puede formar parte del cabezal (100) de impresión del dispositivo.

El segundo líquido absorbente puede contener, por ejemplo, un aceite que sirve como agente de separación. Este agente de separación se asienta entre las distintas partículas, evitando el contacto con el material de base fundido. En el caso de la poliamida 12 como material de base, cierta proporción de aceite de silicona en el fluido presurizado puede servir como agente de separación. Este aceite debe mantenerse en suspensión con la tinta restante, que también lleva el absorbente.

Una composición de ejemplo es:

- 80% de propilenglicol
- 14% de polietilenglicol 400
- 5% de grafito en nanoescala

- 1% de emulsionante

Dado que el aceite presenta un alto punto de ebullición, no se evapora durante el método de sinterización. Las partículas no pueden sinterizarse en el área (301) de la camisa. Sin embargo, el aceite crea una capa superficial que se adhiere al componente, que se puede quitar fácilmente cuando se desembalan los componentes. Esto se puede eliminar por separado del resto del polvo. De esta manera, se puede evitar una fuerte contaminación del polvo durante las siguientes ejecuciones.

Este líquido se inyecta en el área (301) del borde en la misma cantidad que el líquido en el área (103) del componente. En este ejemplo, el líquido en el área (103) del componente consiste en:

- 95% de propilenglicol
- 5% de grafito en nanoescala

Ejemplo 4: Una combinación ventajosa de características de diseño

1) Una disposición compuesta por 6 piezas de elementos emisores de radiación térmica del tipo FTE Ceramicx a base de cerámica con una longitud de onda máxima de 5 μm , montados a una distancia de 175 mm sobre una plataforma de construcción de tamaño 330 x 230 mm, en detalle elementos con una potencia básica de 300 vatios y un tamaño de 245 x 60 x 31 mm cada uno, operada con una salida del 50%. La disposición asegura una temperatura de base constante del polvo sin tratar de 175 °C en la superficie. Los elementos están montados de tal manera que están ubicados centralmente sobre el borde de la plataforma de construcción y así se garantiza la homogeneidad de la temperatura en toda la superficie del polvo en la plataforma de construcción y los bordes de la plataforma de construcción no se enfrían.

2) Una estera calefactora a base de silicona con una potencia máxima de 400 W, montada plana en la parte inferior de la plataforma de construcción, regulada a una temperatura constante de 175 °C; sirve para conseguir la temperatura de base de aplicación del polvo en forma homogénea y mantenerla constante en el tiempo.

3) Una lámpara halógena de calor de tipo QHM, fabricante Freek GmbH, con una potencia máxima de 1,6 kW y una longitud de onda máxima de 1 μm , montada en la parte posterior del recubridor de cuchilla oscilante a una distancia de 55 mm por encima de la capa de polvo. La potencia del radiador cambia dependiendo de su posición durante la pasada sobre la capa de polvo. 1,5 kW durante la pasada del polvo humedecido con un líquido absorbente de luz infrarroja para elevar su temperatura por encima de la temperatura de fusión, aquí aproximadamente 200 °C, 0,3 kW durante la aplicación de la siguiente capa para evitar que se enfríe, de lo contrario cuando se apaga.

4) Se utiliza otro calentador cerámico de tipo FTE Ceramicx de idéntico tamaño para precalentar el depósito del recubridor de cuchilla oscilante, en el que hay polvo de poliamida para la aplicación de la capa. Por tanto, el polvo se temple a 70 °C. De esta manera, la temperatura y la fluidez del polvo se pueden mantener constantes durante todo el proceso de construcción. Una temperatura por debajo de la transición vítrea garantiza una fluidez constante, lo que asegura una aplicación suave del polvo por medio del recubridor de cuchilla oscilante.

5) La estructura tiene dos sistemas de ejes, cada uno de los cuales está equipado con un accionamiento y puede pasar sobre la plataforma de construcción con la aplicación de polvo. Un eje, cuya posición de reposo está al lado, aquí a la izquierda, de la plataforma de construcción, contiene el recubridor de hoja oscilante a la izquierda y la lámpara halógena a la derecha, el lado opuesto al recubridor de cuchilla oscilante. El segundo eje contiene el cabezal de impresión, que también se puede mover perpendicularmente al sistema de ejes para garantizar la impresión en forma de tiras de toda la superficie del polvo. La secuencia cíclica del proceso de impresión capa por capa se estructura de la siguiente manera:

1) Recorrido del eje del recubridor sobre la plataforma de construcción = recorrido de sinterización. Potencia de lámpara 1,5 kW, velocidad 60 mm/s.

2) Bajada de la plataforma de construcción a la altura de la capa 150 mm

3) Movimiento del eje del recubridor sobre la plataforma de construcción de regreso a la posición de reposo; en este caso, la capa se aplica utilizando un recubridor de cuchilla oscilante activada. Potencia de lámpara en este caso 0,3 kW, velocidad 40 mm/s = nuevo recubrimiento y funcionamiento de calentamiento

4) Movimiento del eje del cabezal de impresión sobre la plataforma de construcción hasta la posición de inicio de impresión.

5) Recorrido del eje del cabezal de impresión a la posición de reposo. En este caso, se activa el cabezal de impresión tipo 1001, fabricante XAAR, y así se humedece la superficie del polvo en los puntos deseados con absorbente.

6) El fluido utilizado para humedecer la superficie del polvo consiste en una tinta de partículas de hollín a base de aceite disponible en comercios, por ejemplo, IK821 del fabricante XAAR, cuyo máximo de absorción está fuera de las longitudes de onda emitidas por los radiadores de calor cerámicos y, por lo tanto, se calienta en la misma medida que el polvo no humedecido. Dado que la absorción del fluido presurizado aumenta bruscamente a longitudes de onda de menos de 2 μm , las emisiones del radiador halógeno de calor son absorbidas por el polvo humedecido por el fluido en un factor mucho mayor que por el polvo no humedecido, ya

que esto se refleja casi completamente en el intervalo de longitud de onda de menos de 2 μm . La energía absorbida por el radiador en las áreas no mojadas se utiliza para mantener la temperatura de base de la superficie del polvo.

5 *Ejemplo 5: Uso de fluido presurizado con un espectro de absorción ventajoso*

Otra posibilidad para aumentar la selectividad del proceso de estructuración y así maximizar tanto la resistencia de las estructuras por producir como al mismo tiempo la remoción del material particulado no humedecido es utilizar fluidos presurizados con un espectro de absorción ventajoso, de modo que el material particulado humedecido se pueda calentar en la mayor medida posible por medio de un espectro emisor de infrarrojos definido. Se selecciona preferiblemente un fluido presurizado cuyo espectro de absorción difiera mucho del material particulado utilizado. De este modo, se hace posible un refinamiento del control tanto de la temperatura de base de la superficie del polvo como de la temperatura de fusión de la superficie humedecida sin tener que realizar el dispendio constructivo especialmente para un espectro ideal de radiadores de infrarrojos hechos a medida.

15 Se revelan:

- Líquido presurizado a base de $[\text{C}_{47}\text{H}_{47}\text{ClN}_2\text{O}_3\text{S}]$ (CAS # 134127-48-3) con un máximo de absorción de 815 nm, disuelto en metanol, por ejemplo, ADS830AT de American Dye Source
- Emisor de infrarrojos en forma de radiadores de halógeno de cuarzo disponibles en el mercado con una longitud de onda máxima de 0,9 a 1,2 μm , preferiblemente como lámpara de sinterización
- Emisor de infrarrojos en forma de emisores de infrarrojos de carbono con una longitud de onda máxima de 1,9-2,7 μm , preferiblemente como radiadores calefactores de techo y/o radiadores de sinterización adicionales, por ejemplo, del fabricante Heraeus Noblelight.

25 Aquí es ventajoso reemplazar los radiadores cerámicos de techo por radiadores de infrarrojos de carbono, ya que presentan un tiempo de reacción más corto, lo que simplifica el control de la temperatura del método.

REIVINDICACIONES

1. Método para producir piezas moldeadas en 3D, donde el material de construcción particulado se aplica a un sitio de construcción en una capa definida por medio de un recubridor, uno o más líquidos o material particulado de uno o más absorbentes se aplican selectivamente, esta capa se calienta mediante un primer paso de calentamiento a una temperatura de base del polvo sin absorbente, que se encuentra dentro de la ventana de sinterización del polvo de poliamida, y un segundo paso de sinterización conduce a una solidificación selectiva de las áreas impresas con absorbente a una temperatura de sinterización por encima de la temperatura de fusión del polvo, en donde las áreas con absorbente aplicado selectivamente se calientan más en el primer paso que las áreas sin absorbente y, por lo tanto, se establece una diferencia de temperatura entre las áreas con y sin absorbente, el sitio de construcción se reduce en un espesor de capa o el recubridor aumenta en un espesor de capa, estos pasos se repiten hasta que se producen las piezas moldeadas en 3D deseadas, **caracterizado por que** el paso de calentamiento se lleva a cabo a la temperatura de base utilizando un radiador con una longitud de onda de 3-8 μm , y el paso de sinterización, utilizando un radiador con una longitud de onda de 0,5-1,5 μm y en donde la longitud de onda es la longitud de onda máxima de la radiación del cuerpo negro.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el absorbente es un líquido, preferiblemente una tinta a base de aceite que contiene partículas de carbono, por ejemplo, XAAR IK821, en donde se usa preferiblemente un material de construcción particulado con un tamaño de grano promedio de 50-60 μm , preferiblemente de 55 μm , una temperatura de fusión de 180-190 °C, preferiblemente de 186 °C y/o una temperatura de recristalización de 140-150 °C, preferiblemente de 145 °C, preferiblemente una poliamida 12, más preferiblemente PA2200® o Vestosint1115®, preferiblemente en donde el tiempo para un ciclo completo de aplicación de una capa es de 20 a 40 s, preferiblemente en donde la temperatura de base se regula en 145 °C a 186 °C, preferiblemente a 160 °C a 180 °C y/o la temperatura de sinterización se regula a 175 °C a 220 °C, preferiblemente a 190 °C a 210 °C, preferiblemente en donde la temperatura o el calor se suministra a través de un radiador o una lámpara de calor, preferiblemente una lámpara de vidrio o cerámica, y preferiblemente la distancia desde el radiador hasta la superficie del sitio de construcción es de 10 a 50 cm, preferiblemente de 15 a 30 cm, más preferiblemente de 15 a 25 cm.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde se imprime absorbente adicional alrededor de la pieza moldeada en 3D para crear al menos una camisa.
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el calentamiento se realiza de tal manera que solo las áreas impresas con absorbente están conectadas por fusión parcial o sinterización, y/o en donde el material de construcción se utiliza en forma de polvo o como dispersión, y/o en donde la capa se calienta de manera plana o como barrido por radiación, y/o en donde el sitio de construcción y/o el material de construcción aplicado están templados, y/o en donde en la parte moldeada en 3D y la camisa pueden usarse absorbentes iguales o diferentes, y/o en donde el mismo absorbente o uno diferente se usa para la camisa en una cantidad del 50-100%, preferiblemente del 50-80% y más preferiblemente del 50-70%, y/o en donde el absorbente usado para la camisa evita la sinterización del material de construcción y/o en donde el absorbente comprende componentes absorbentes de radiación, plastificantes para el material de construcción particulado y/o una o más sustancias para interrumpir la recristalización.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se usa una fuente de radiación para cada absorbente, preferiblemente se usan dos absorbentes con dos fuentes de radiación, preferiblemente en donde las fuentes de radiación emiten radiación infrarroja en el intervalo de longitud de onda de 1 a 20 μm y/o la fuente de radiación es un radiador IR de onda corta de cristal de cuarzo, preferiblemente con reflector dorado especial, preferiblemente un Heraeus Noblelight, longitud 200 mm, potencia 1,6 kW.
6. Método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la camisa se construye con un espesor de pared de 1 a 10 mm, preferiblemente de 2 a 5 mm y más preferiblemente de 3 mm y no se solidifica mediante el proceso o en donde la camisa tiene un espesor de pared de 1 a 10 mm, preferiblemente de 2 a 5 mm y más preferiblemente de 3 mm, presenta un espacio de separación con el componente de 0,3 a 2 mm, preferiblemente de 0,5 a 1 mm y solidifica por medio del proceso de una manera similar al componente, y/o en donde se establecen o generan la misma temperatura o temperaturas localmente diferentes en el material de construcción aplicado, preferiblemente en donde se genera una temperatura más alta en la camisa en comparación con la pieza moldeada en 3-D.
7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se genera un perfil de temperatura en el material de construcción aplicado, que **se caracteriza por** una distribución de temperatura baja: más alta: todavía más alta ($T_1 < T_2 < T_3$) en las áreas área fuera del revestimiento: área de revestimiento: área dentro de la camisa (camisa < área de camisa < área dentro de la camisa) según la FIG. 6, y/o en donde se usa un absorbente para la camisa que presenta un punto de ebullición más alto que el absorbente que se usa para la pieza moldeada en 3D, y/o en donde la cantidad de absorbente o de los absorbentes se regula a través de los niveles de grises del cabezal de impresión o el método de difuminado, y/o en donde el líquido se aplica selectivamente por medio de uno o más cabezales de impresión, preferiblemente

- en donde la masa de gotas del cabezal o de los cabezales de impresión es ajustable, y/o en donde el cabezal o los cabezales de impresión aplican selectivamente el líquido en una o ambas direcciones de desplazamiento, y/o en donde el material de construcción particulado se solidifica de modo selectivo, preferiblemente se solidifica y se sinteriza de modo selectivo, y/o en donde el material de construcción aplicado se calienta y se enfría cíclicamente en un intervalo de temperatura predeterminado, y/o en donde el intervalo de temperatura se extiende de 0 a -50 K, de 0 a -25 K, de 0 a -15 K y de 0 a -10 K por debajo de un punto de fusión dado debido a la selección del material de construcción, y/o
- 5 en donde la diferencia de temperatura entre el área con y sin absorbente está en el intervalo de 0.5 a 10 K, y/o en donde la temperatura en el área impresa con absorbente o en el área dentro de la camisa se deja esencialmente constante hasta el final del método de impresión y una etapa de enfriamiento o se regula en un intervalo de temperatura de 0 a -30 K, preferiblemente 0 a -12 K, más preferiblemente de 0 a -10 K.
- 10

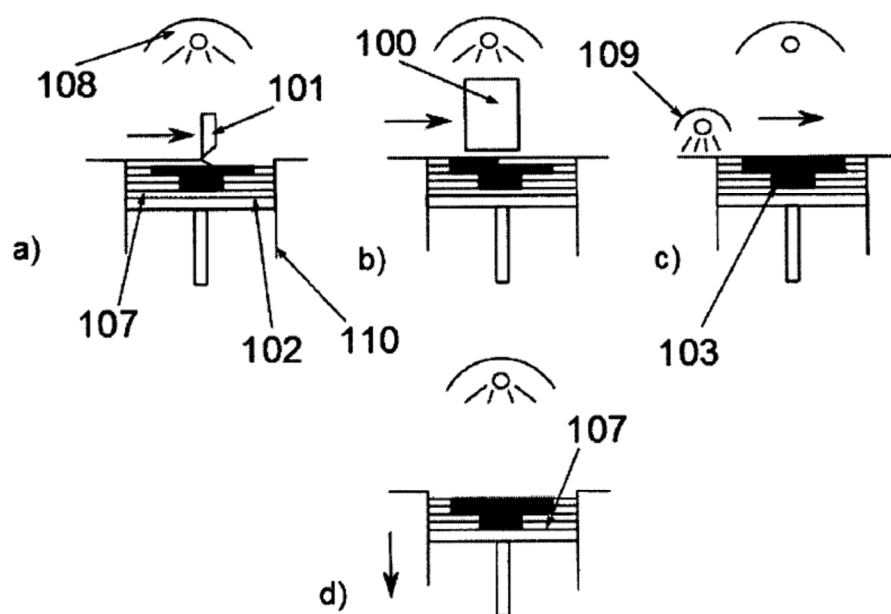


Fig. 1

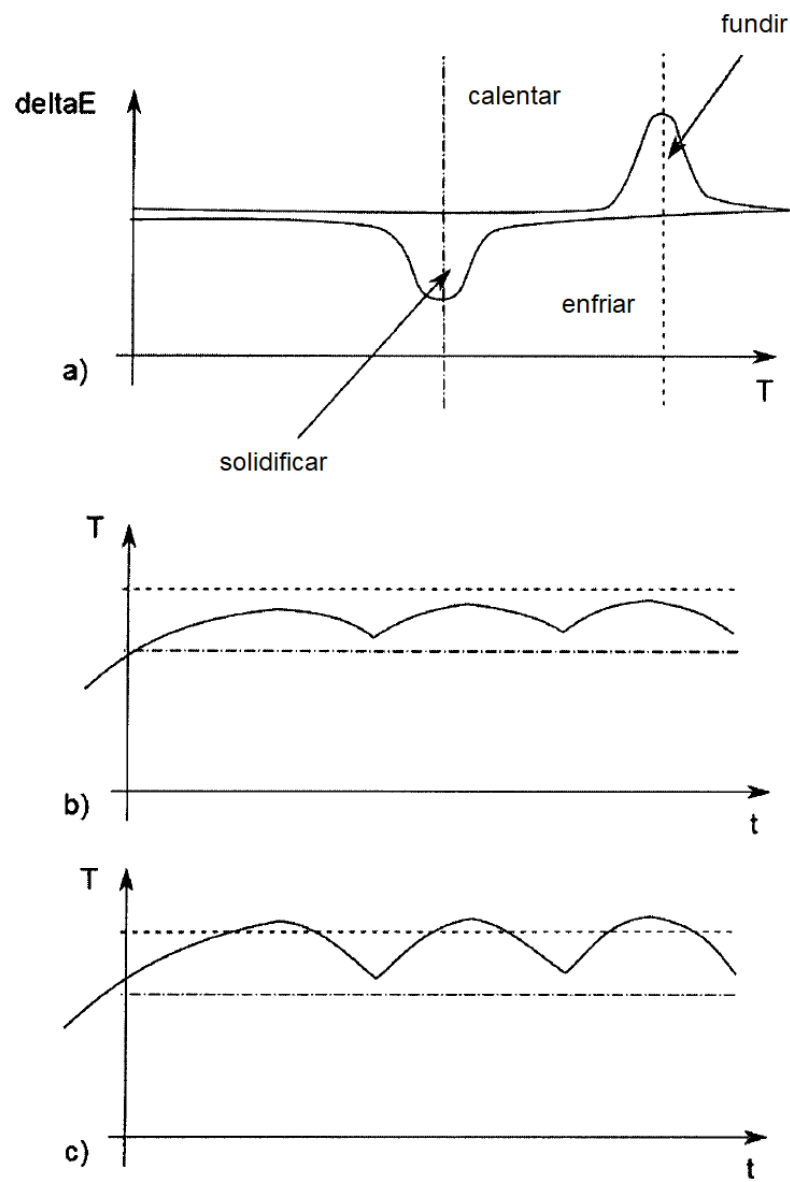


Fig. 2

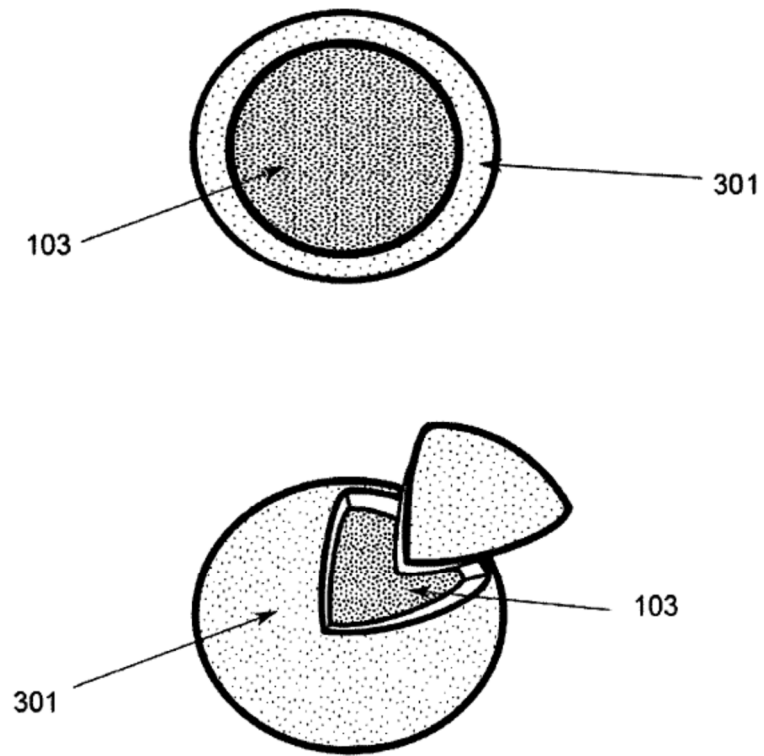


Fig. 3

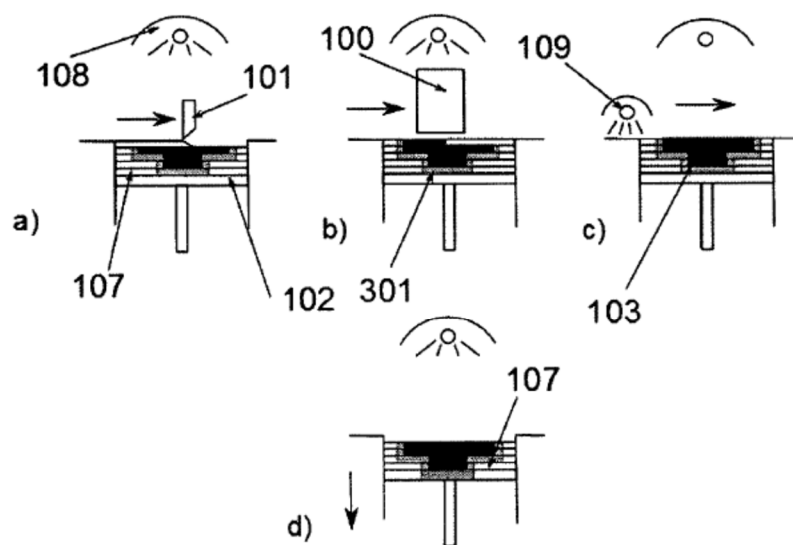


Fig. 4

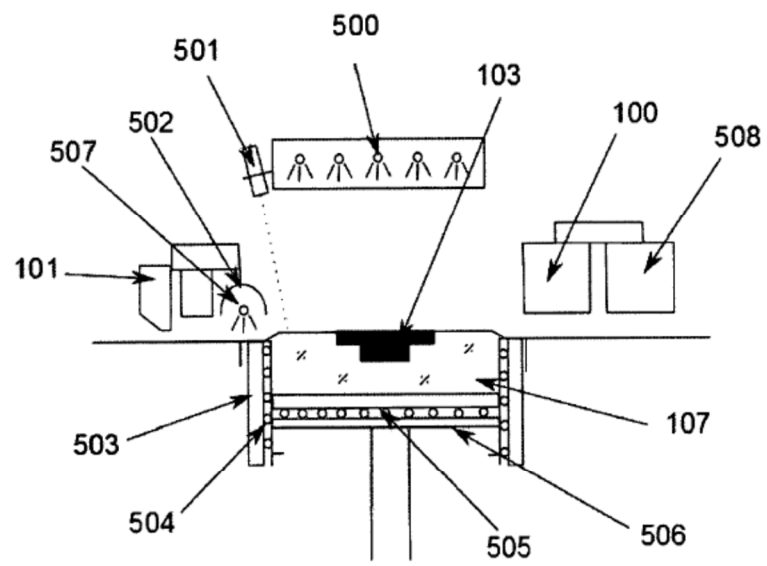


Fig. 5

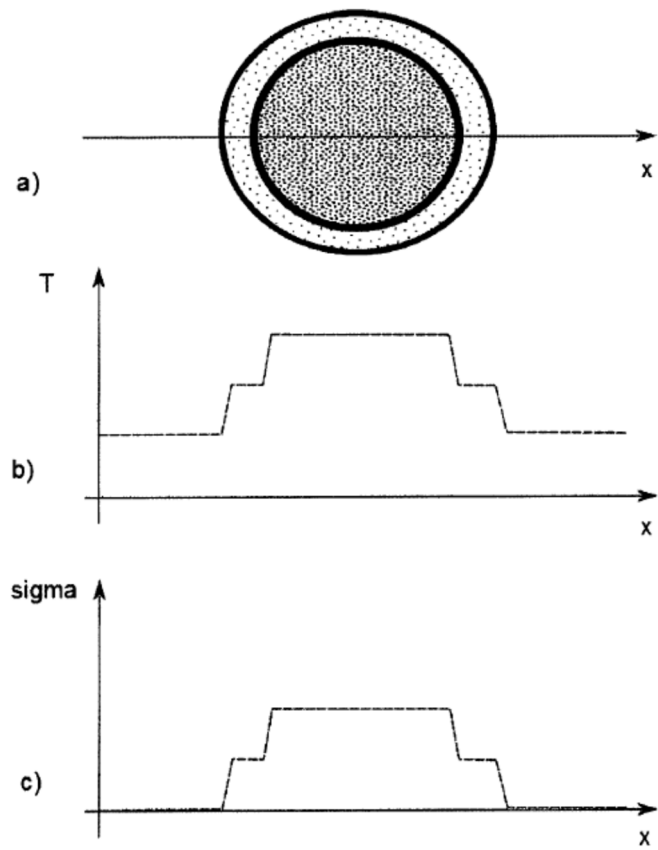


Fig. 6

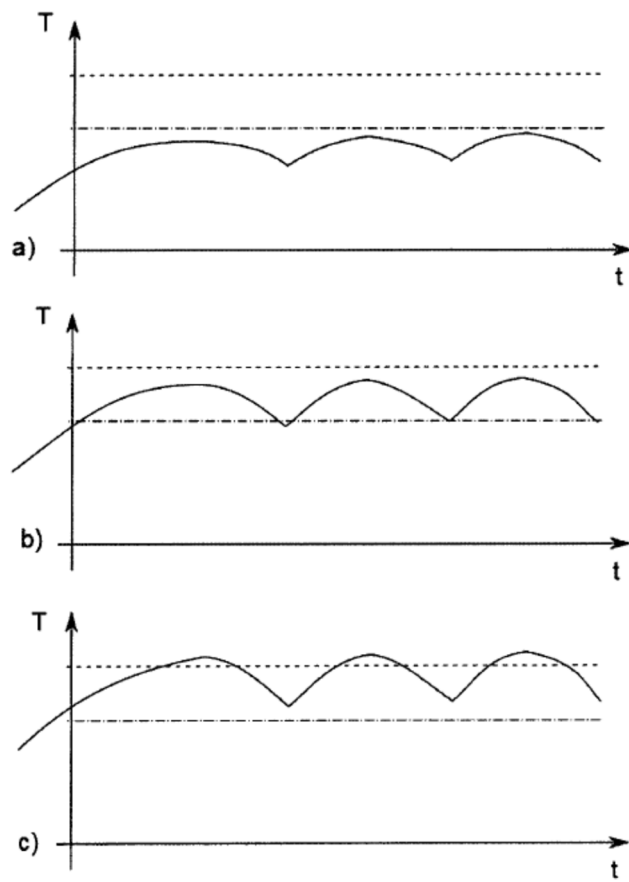


Fig. 7

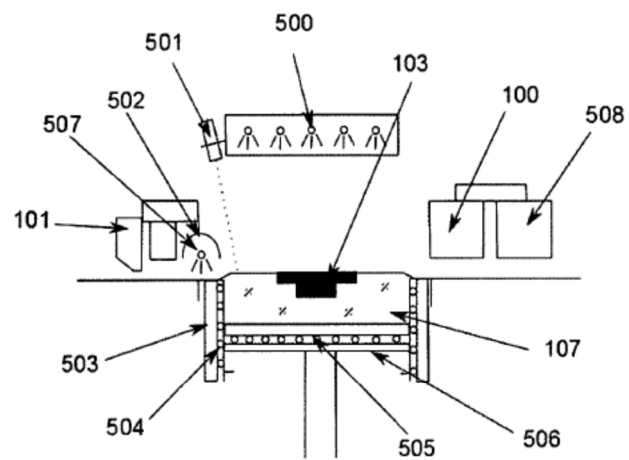


Fig. 8

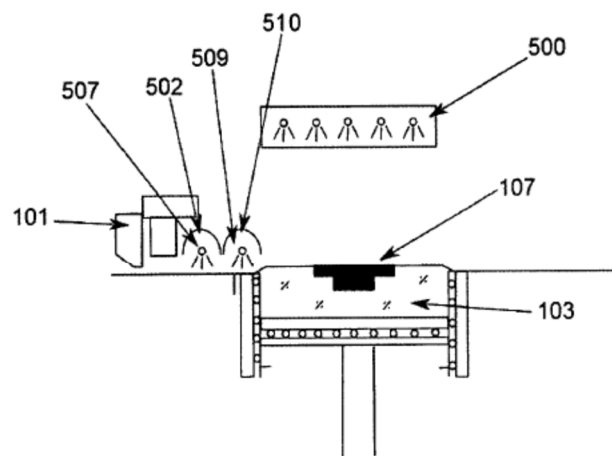


Fig. 9

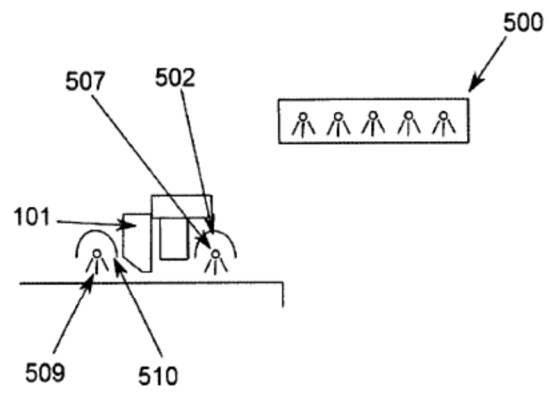


Fig. 10

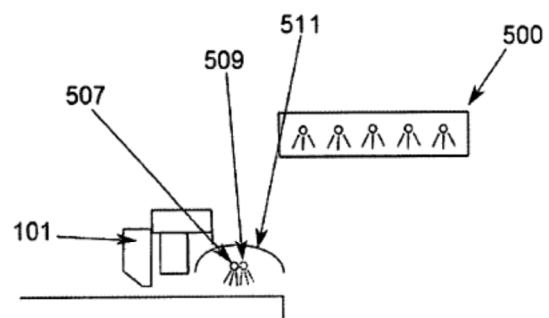


Fig. 11

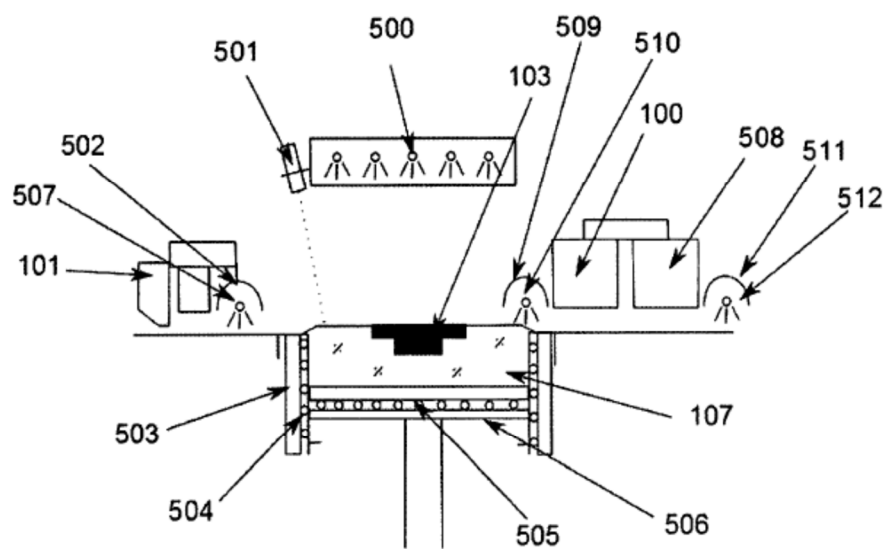


Fig. 12

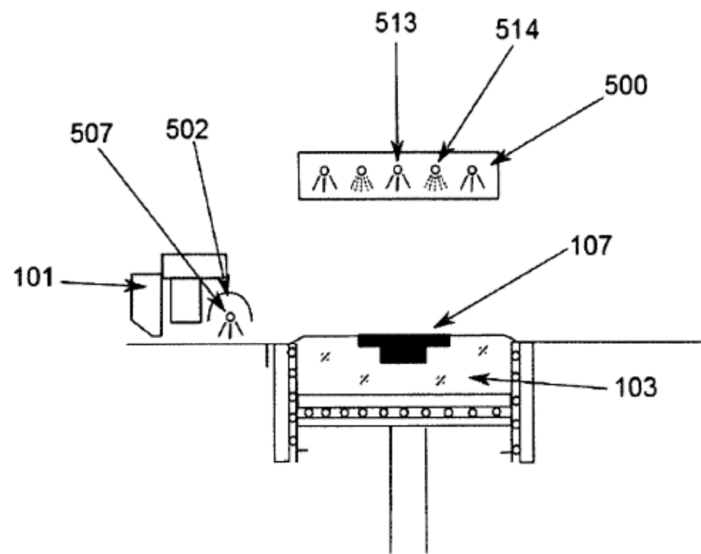


Fig. 13