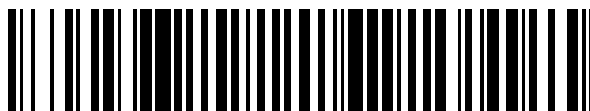


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 298**

51 Int. Cl.:

B23K 26/342 (2014.01)

B22F 3/105 (2006.01)

B23K 9/04 (2006.01)

B23K 26/122 (2014.01)

B29C 64/268 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2016** **E 16159399 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018** **EP 3069816**

54 Título: **Procedimiento e instalación de fabricación aditiva utilizando un material en forma de alambre**

30 Prioridad:

17.03.2015 DE 102015103940

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

21.02.2019

73 Titular/es:

GEFERTEC GMBH (100.0%)
Schwarze-Pumpe-Weg 16
12681 Berlin, DE

72 Inventor/es:

FISCHER, GEORG;
RÖHRICH, TOBIAS y
HASCHKE, IGOR

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 701 298 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento e instalación de fabricación aditiva utilizando un material en forma de alambre

5 La invención se refiere a un procedimiento y una instalación para fabricar cuerpos moldeados particularmente metálicos por medio de un procedimiento de fabricación aditiva según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 9 (véase, por ejemplo, el documento US 2005/0173380 A1) en el que se produce la construcción estratificada por fusión de un material en forma de alambre y en el que, a fin de conseguir una tasa de producción elevada del cuerpo moldeado durante la fabricación, se hace posible una gestión definida de la temperatura de las partes ya fabricadas del cuerpo moldeado.

10 Con procedimientos de fabricación aditiva – también conocidos como fabricación generativa o impresión 3D – pueden fabricarse directamente y ahorrando tiempo sobre la base de los datos CAD existentes, construcciones de cuerpos moldeados que no pueden fabricarse por medio de un procedimiento de arranque de virutas o solo pueden serlo con un coste técnico y temporal elevado. Por medio de procedimientos aditivos, el cuerpo moldeado se construye en capas individuales consecutivas.

15 Como procedimiento de fabricación aditiva para la obtención de cuerpos moldeados metálicos son conocidos, por ejemplo, la sinterización láser selectiva (SLS), la fusión láser selectiva (SLM) o la soldadura de recargue con alambre o fleje.

20 Con la soldadura de recargue se producen en forma estratificada estructuras tridimensionales, es decir, cuerpos moldeados por la fusión y aplicación simultánea de un material fusible. El metal fundido se une, durante la solidificación, con la parte ya terminada del cuerpo moldeado. El material a aplicar puede presentarse en forma de polvo, por ejemplo polvo metálico o bien en forma de un alambre o fleje de soldadura de cuya zona extrema se separa metal por fusión.

25 La fusión puede realizarse, por ejemplo, por medio de un láser o un arco eléctrico. A través de campos electrostáticos potentes (por medio de ionización de la atmósfera o del gas protector) se genera un arco eléctrico entre dos electrodos, por el cual se funde, por ejemplo, la punta de alambre y se separan gotas de metal fundido. En este caso, la punta de alambre del material de partida puede ser uno de los electrodos.

El proceso de fusión o separación está unido siempre con una entrada de calor no deseada en el cuerpo moldeado. Por este motivo, se han propuesto plataformas de impresión activamente refrigeradas para evacuar el calor como, por ejemplo, se describe en el documento US 2007/0 122 562 A1.

30 Otro problema es que puede controlarse la solidificación del metal fundido solo en medida limitada. Debido a las altas temperaturas de fusión y solidificación se modifica además de manera significativa la estructura del material. Así, se conoce, por ejemplo, la aparición de tensiones intrínsecas que se pueden manifestar en una deformación del cuerpo moldeado.

35 Las propiedades de estructura y los estados de tensión intrínseca, junto con las propiedades del material, se ven influidas en este caso de manera decisiva por la cantidad y distribución del calor utilizadas para la fusión y el transporte de evacuación de esta cantidad de calor por la conducción térmica desde el cuerpo moldeado.

Si el transporte de evacuación de calor desde la zona localmente fundida durante la fabricación no se toma en consideración o solo se toma en consideración un poco, esto resulta, por un lado, en limitaciones considerables con respecto a las calidades de fabricación alcanzables y, por otro, en retoques necesarios como, particularmente un tratamiento posterior térmico en forma de, por ejemplo, normalización o recocido pobre en tensiones.

40 Además, en el ámbito de los procedimientos de fabricación aditiva generativa, la velocidad de enfriamiento en la fabricación de componentes metálicos representa el factor limitante con respecto a la tasa de producción máxima, dado que, en general, la disipación de calor se deteriora significativamente al aumentar la altura de construcción.

45 En el documento DE 101 08 612 C1 se propone calentar el revestimiento del espacio de montaje en el que se produce el cuerpo moldeado por medio del procedimiento aditivo, de tal manera que se ajuste una distribución de temperatura en el revestimiento que, partiendo de las zonas del revestimiento colindantes con la superficie sinterizada en último lugar de la torta estratificada, disminuya en dirección al fondo del espacio de montaje. Por tanto, el atemperado de las capas individuales se iguala ciertamente, pero no se requiere el transporte de evacuación de calor.

50 En el documento DE 10 2007 057 450 A1 se describen un procedimiento y un dispositivo de la tecnología rápida para fabricar un objeto tridimensional de un material que puede consolidarse, en el que se realiza una refrigeración adicional tras la producción del objeto dentro del espacio de montaje. Sin embargo, es desventajoso el hecho de que la refrigeración del objeto se realice a fin de mejorar la estructura del conjunto solo a continuación del proceso de fabricación.

Por el documento DE 10 2007 009 273 A1 se conoce un procedimiento para obtener un objeto tridimensional por la aplicación y consolidación aditivas de una parte seleccionada de una capa de material en polvo, correspondiente a una sección transversal del objeto a fabricar, por medio de chorreado con un chorro de energía o de material bajo calentamiento de las partes chorreadas y de su entorno, en el que la torta estratificada formada por una pluralidad de capas durante la aplicación y chorreado repetidos es atravesada adicionalmente, al menos en parte, por un fluido, con lo que se atemperan permanentemente, en particular se refrigeran, las partes consolidadas de las capas durante el proceso de fabricación por medio del fluido que circula por las zonas en forma de polvo de las capas.

Es desventajoso en este procedimiento que la cantidad de calor que puede evacuarse dependa fuertemente de la porosidad de las proporciones en forma de polvo de la torta estratificada. En particular, solo una pequeña corriente másica de fluido, correspondiente a las vías de percolación formadas en la torta estratificada, puede utilizarse para la evacuación de calor, en donde los líquidos que pueden evacuar una mayor cantidad de calor por unidad de tiempo en comparación con los gases son inadecuados en este caso como fluido de refrigeración debido a su interacción con la torta estratificada.

El problema de la invención es proporcionar un procedimiento para la fabricación aditiva-generativa de un cuerpo moldeado metálico utilizando un alambre como material de partida, en el que sea posible una elevada tasa de construcción y la gestión de temperatura deba ser controlable de manera definida en un amplio rango de temperaturas en el cuerpo moldeado a construir de forma estratificada, de modo que un cuerpo moldeado fabricado de esta manera presente una estructura del conjunto homogénea y pueda fabricarse de manera reproducible con un consumo de tiempo aminorado en comparación con el estado de la técnica.

La solución de este problema se realiza por un procedimiento para la fabricación aditiva por medio de un material en forma de alambre según la reivindicación 1 y una instalación según la reivindicación 10. Perfeccionamientos convenientes de la invención son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

Según la invención, se proporciona un procedimiento de fabricación aditiva para producir un cuerpo moldeado, en particular un cuerpo moldeado metálico, por medio del cual el cuerpo moldeado se construye en capas a partir de un material de forma de alambre que se debe fundir en la punta del alambre bajo aportación de energía, preferentemente con un arco eléctrico, en el que durante la fabricación por medio de un líquido de transmisión de calor, se realiza un atemperado de las partes ya terminadas del cuerpo moldeado.

El líquido de transmisión de calor utilizado en este caso es un refrigerante líquido o fluido; se designa en lo que sigue también brevemente "líquido". Además, presenta una capacidad térmica y conductividad térmica claramente mayores en comparación con el aire o los gases, siendo el líquido de transmisión de calor preferentemente menos corrosivo y difícilmente inflamable. Por ejemplo, puede utilizarse un aceite o una salmuera (dispersión coloidal). Sin embargo, puede preverse también utilizar un gel (fluido) como líquido de transmisión de calor.

La fabricación aditiva puede realizarse por soldadura de recargue utilizando un láser o un arco eléctrico, no limitándose la construcción en capas de un material en forma de alambre a este tipo de la soldadura de recargue.

Para realizar el procedimiento se utiliza un dispositivo de fabricación que comprende una cabeza de mecanización. En esta cabeza de mecanización está dispuesto, por ejemplo, el equipo de alimentación de material para alimentar el alambre de soldadura.

Según la invención, la estructura estratificada del cuerpo moldeado se realiza en un espacio de montaje en forma de cubeta o caja que puede estar abierto hacia arriba o bien completamente cerrado (es decir, el espacio de montaje está sellado contra el entorno). Además, puede preverse que en el espacio de montaje predomine una atmósfera de gas protector. Por ejemplo, puede utilizarse un gas protector con una densidad mayor que la del aire (es decir, es más pesado que el aire), con lo que dicho gas, incluso en el caso de un espacio de montaje abierto hacia arriba, permanece dentro del mismo.

El cuerpo moldeado se construye en el espacio de montaje sobre una plataforma de impresión, pudiendo preverse que la plataforma de impresión, tras la fabricación de una respectiva capa, se mueva hacia abajo en dirección vertical en una medida igual a la altura de esta capa. Puede preverse también que la cabeza de mecanización del dispositivo de fabricación, es decir, el equipo de alimentación de material o la punta de alambre, sea reajustada en altura de acuerdo con el crecimiento estratificado del cuerpo moldeado, mientras que la plataforma de impresión está inmóvil.

Con el término utilizado a continuación "plano de fabricación" debe entenderse la capa del cuerpo moldeado que se encuentra en la construcción (de forma estratificada) que se mecaniza o se construye en ese mismo momento, es decir, en la que se efectúa la aportación de calor por la alimentación de energía de fusión o por el material aplicado en forma fundida.

Según la invención el líquido de transmisión de calor se introduce en el espacio de montaje en el que se fabrica el cuerpo moldeado. En este caso está previsto inundar solo parcialmente el espacio de montaje, ya que el espacio de montaje se inunda preferentemente solo como máximo hasta la altura del plano de fabricación, de modo que el líquido rodea al menos parcialmente la parte ya construida del cuerpo moldeado, pero el propio plano de fabricación

permanece “seco”, es decir, no entra en contacto con el líquido de transmisión de calor al menos durante el proceso de fusión y separación.

El verbo “rodear” utilizado aquí incluye tanto un rodeo del cuerpo moldeado con líquido circulante, es decir, movido, como también un rodeo con líquido “estacionario”, es decir, sustancialmente inmóvil.

5 Preferentemente, el nivel de líquido se ajusta a pocos milímetros (por ejemplo, aproximadamente 10 mm) por debajo del plano de fabricación, es decir, el canto superior del cuerpo moldeado ya construido, pero en el que el nivel de líquido asciende preferentemente al menos al 50% de la altura de la parte de cuerpo moldeado ya construida.

10 Con la construcción sucesiva del cuerpo moldeado se reajusta entonces el nivel de líquido, es decir, el plano de fabricación permanece “seco”, mientras que las partes ya construidas del cuerpo moldeado son rodeadas por el líquido. El reajuste o la adaptación del nivel de líquido puede realizarse de manera controlada o regulada.

15 Por tanto, según la invención, permanece constante la distancia en dirección vertical entre el nivel de líquido y el equipo de alimentación de material durante la fabricación. Con la altura de construcción creciente, se hace descender, por ejemplo, la plataforma de impresión y el cuerpo moldeado se sumerge de manera correspondientemente más profunda en el líquido de transmisión de calor. Preferentemente, la altura del nivel de líquido está acoplada a la posición de la cabeza de mecanización (o del equipo de alimentación de material) en dirección perpendicular al plano de fabricación, es decir, a su posición en altura. Por ejemplo, el nivel de líquido se eleva cuando la cabeza de mecanización se mueve hacia arriba y desciende cuando la cabeza de mecanización se mueve hacia abajo.

20 La altura del nivel de líquido y de la cabeza de mecanización o del equipo de alimentación de material puede medirse por medio de sensores adecuados (por ejemplo, sensores ópticos que trabajan sobre la base de extinción o reflexión, o general sensores de humedad conocidos) y a partir de ella puede determinarse la cantidad del líquido de transmisión de calor que debe cargarse en el espacio de montaje o conducirse a su través. Preferentemente, estos sensores están integrados en la cabeza de mecanización o el equipo de alimentación de material o están fijados a éste.

25 Puede preverse también un regulador de nivel de llenado mecánico (por ejemplo con un denominado flotador) que está acoplado a la cabeza de mecanización o el equipo de alimentación de material y regula el nivel de llenado de forma correspondiente a la posición del equipo de alimentación de material con respecto a la dirección perpendicular al plano de fabricación (dirección z), por ejemplo por la liberación de aberturas de entrada o aberturas de salida de líquido de transmisión de calor producidas en altura correspondiente en las paredes laterales del espacio de montaje.

30 Por medio de un sistema de refrigeración/calentamiento se regula la temperatura del líquido de transmisión de calor, con lo que puede ajustarse una temperatura o tasa de refrigeración definida del plano de fabricación del cuerpo moldeado. En este caso, puede preverse una refrigeración activa del cuerpo moldeado, o bien un calentamiento activo.

35 Una ventaja del procedimiento según la invención para la construcción estratificada de un cuerpo moldeado consiste en que, por medio del líquido que fluye durante la fabricación del cuerpo moldeado a través del espacio de montaje o que está en el espacio de montaje, puede regularse de manera definida la temperatura de las partes ya terminadas del cuerpo moldeado.

40 Por medio del atemperado es posible mantener siempre el calentamiento o el enfriamiento del cuerpo moldeado durante su construcción estratificada en una zona óptima específica del material. Mediante esta gestión del calor del mejor modo posible para la fabricación, puede lograrse una velocidad de proceso adicionalmente elevada dado que se puede evitar una acumulación de calor y, por tanto, pueden elevarse claramente las tasas de aplicación estratificada sin empeoramiento de las propiedades específicas de material.

45 Dado que las partes ya terminadas del cuerpo moldeado están rodeadas permanentemente por un líquido de transmisión de calor, estas zonas están protegidas además exteriormente, por ejemplo, frente a salpicaduras, lo que puede minimizar considerablemente el coste de mecanización posterior necesario.

50 Además, el líquido de transmisión de calor que rodea el cuerpo moldeado (junto con la atmósfera de gas protector predominante eventualmente en el espacio de montaje) puede actuar como protección de oxidación. Este es particularmente el caso cuando, como líquido de transmisión de calor, se utiliza, por ejemplo, un líquido resistente a la corrosión.

55 Puede preverse dejar fluir el líquido de transmisión de calor a través del espacio de montaje. Para ello, las paredes del espacio de montaje pueden presentar aberturas de entrada de líquido de transmisión de calor, a través de las cuales el líquido entra en el espacio de montaje, y aberturas de salida de líquido de transmisión de calor, a través de las cuales el líquido sale del espacio de montaje. No obstante, puede preverse también introducir uno o varios conductos de alimentación de líquido de transmisión de calor desde arriba en el espacio de montaje abierto, por ejemplo, hacia arriba. En las aberturas de entrada y salida para el líquido de transmisión de calor, pueden preverse

válvulas activables individualmente para abrir o cerrar las aberturas.

Como quiera que el espacio de montaje, por ejemplo, en sus paredes laterales y/o su placa de fondo, presenta una alimentación y una evacuación de líquido de transmisión de calor, el líquido de transmisión de calor puede fluir constantemente durante la fabricación generativa, es decir, puede bañar las capas ya fabricadas del cuerpo moldeado a fabricar. En este caso, por medio de correspondientes conductos de líquido de transmisión de calor puede materializarse un circuito cerrado de líquido, atemperándose el líquido de transmisión de calor fuera del espacio de montaje y/o depurándose por medio de dispositivos de depuración adecuados para utilizarse posteriormente de nuevo para el atemperado.

No obstante, puede preverse también realizar la construcción estratificada en líquido estacionario. Por tanto, se introduce líquido de transmisión de calor en el espacio de montaje hasta que se alcanza un nivel de líquido predeterminado. Seguidamente, se detiene la alimentación de líquido de transmisión de calor al espacio de montaje. Solo después de la fabricación del cuerpo moldeado o después de que sucedan eventos predeterminados, el líquido de transmisión de calor se retira parcial o totalmente del espacio de montaje y se sustituye, eventualmente, por líquido de transmisión de calor atemperado limpio. Asimismo, puede materializarse aquí un circuito cerrado de líquido, atemperándose y/o limpiándose el líquido de transmisión de calor fuera del espacio de montaje, es decir, realizándose cíclicamente el atemperado y la limpieza.

Según la invención, el nivel del líquido de transmisión de calor en el espacio de montaje no solo se reajusta (regula o controla) según el plano de fabricación, sino que puede elevarse brevemente hasta más allá del plano de fabricación y seguidamente puede bajarse de nuevo debajo del plano de fabricación, es decir, el cuerpo moldeado (o sus capas ya fabricadas) se inunda durante un periodo de tiempo predeterminado. Durante esta fase, se interrumpe la alimentación de energía para fusión, es decir, el procedimiento de fabricación.

La elevación del nivel de líquido sobre el plano de fabricación se realiza al suceder un evento predeterminado. El evento puede ser un momento cíclicamente recurrente (que se produce en intervalos temporales predeterminados correspondientes al ciclo) o un evento independiente del tiempo como, por ejemplo, la superación de una temperatura umbral predeterminado del líquido de transmisión de calor o del cuerpo moldeado.

Asimismo, la duración de la inundación puede determinarse fijamente o acoplarse a un segundo evento, por ejemplo una medición de temperatura. Así, puede determinarse una segunda temperatura umbral más baja, al caer por debajo de la cual el nivel de líquido se hace descender de nuevo por debajo del plano de fabricación (es decir, el plano de fabricación emerge del líquido de transmisión de calor) y se prosigue la fusión y la separación del material.

Para ello una temperatura de todo el cuerpo moldeado, de una zona del cuerpo moldeado, del plano de fabricación o del punto de mecanización (es decir, la posición sobre el plano de fabricación en el que se disponen el o los materiales de partida fundidos sobre la superficie) puede vigilarse continuamente o en intervalos de tiempo predeterminados. En este caso, la temperatura puede medirse de forma integral (es decir, un valor de medición promediado) o con resolución local, por ejemplo por medio de un sistema de cámaras. Por ejemplo, puede evaluarse una imagen térmica tomada con una cámara en tiempo real con respecto a una distribución de temperatura sobre la superficie del cuerpo moldeado o una sucesión de imágenes con respecto a una variación temporal de la distribución de temperatura.

Puede preverse también acoplar los ciclos de la inundación (es decir, el momento de disparo y duración) a un gradiente de temperatura espacial o temporal. Por ejemplo, puede desencadenarse una inundación cuando el gradiente de temperatura se aplanan crecientemente desde el plano de fabricación en dirección a la plataforma de impresión y queda por debajo de un valor límite predeterminado.

El evento para desencadenar la inundación puede ser también la aparición de burbujitas de ebullición (cavitación de vapor) en el líquido de transmisión de calor en las paredes laterales del cuerpo moldeado, dado que las cavitaciones pueden empeorar significativamente la evacuación de calor por medio del líquido de transmisión de calor. Para ello, puede instalarse, por ejemplo, un sistema de captación y evaluación de imágenes que, al detectar cavitación de vapor, emite una señal para elevar el nivel de líquido sobre el plano de fabricación.

Gracias a la vigilancia continua de la temperatura es posible reaccionar a variaciones no deseadas de la temperatura del cuerpo moldeado, en particular en la proximidad del plano de fabricación, instantáneamente por medio de una regulación posterior correspondiente de la temperatura del líquido de transmisión de calor y/o una inundación del cuerpo moldeado o del plano de fabricación con líquido de transmisión de calor.

La ventaja de las inundaciones con líquido de transmisión de calor del cuerpo moldeado o del plano de fabricación regulares o desencadenadas tras un evento predeterminado es una evacuación de calor más efectiva, es decir, más rápida, de la zona de fabricación eventualmente sobrecalentada. Por tanto, de acuerdo con el procedimiento, esto resulta en una eficiencia del proceso significativamente mayor en comparación con el estado de la técnica.

La invención puede configurarse además de tal manera que se atempere la plataforma de impresión. Para ello, la plataforma de impresión puede presentar canales individuales o uno o varios sistemas de canal relacionados, a

través de los cuales, en particular al principio del procedimiento de fabricación, se guía el líquido de transmisión de calor. Así, por ejemplo, la aportación de calor efectuada al construir las primeras capas cuando aún no se ha introducido ningún líquido de transmisión de calor en el espacio de montaje, puede evacuarse efectivamente por refrigeración de la plataforma de impresión por medio de un refrigerante que circule por la plataforma de impresión. Puede preverse que el líquido de transmisión de calor que se vierte en el espacio de montaje se utilice igualmente como refrigerante para la plataforma de impresión.

Además, puede preverse que la plataforma de impresión, por ejemplo sobre su superficie de cubierta, sobre la que se construye el cuerpo moldeado, presente un gran número de aberturas de salida de líquido de transmisión de calor cerrables individualmente. Así, el líquido de transmisión de calor guiado a través de la plataforma de impresión puede entrar en el espacio de montaje desde la plataforma de impresión.

Según otra variante de ejecución, la construcción del cuerpo moldeado se realiza de tal manera que en las mismas paredes se "practican" canales de refrigeración, es decir, las paredes del cuerpo moldeado no se construyen de forma maciza, sino que están provistas de un sistema de canales integrado en la pared. Todavía durante la fabricación del cuerpo moldeado puede preverse el guiado de líquido de transmisión de calor a través de estos canales, de modo que el calor aportado a la estructura estratificada en la proximidad inmediata de su lugar de origen se evacúa por el líquido de transmisión de calor.

En este caso, aberturas de entrada de líquido pueden posicionarse de tal manera en la superficie de colocación, que contacta con la plataforma de impresión, de la placa de suelo del cuerpo moldeado o las paredes que contactan con la plataforma de impresión, que se solapan con las aberturas de salida de líquido de transmisión de calor de la plataforma de impresión, de modo que el líquido de transmisión de calor se introduzca a través de la placa de impresión en la placa de fondo o las paredes del cuerpo moldeado.

Por ejemplo, los datos CAD del cuerpo moldeado a fabricar antes de su construcción se modifican de tal manera que las paredes (al menos zonalmente) y, eventualmente, la placa de fondo presentan un sistema de canal y aberturas de entrada de líquido. Preferentemente, el sistema de canal integrado en la pared se configura de tal manera que permanece exteriormente invisible tras la fabricación del cuerpo moldeado.

Además, puede preverse, por ejemplo por medio de un equipo de soplado, secar activamente las zonas del cuerpo moldeado que emergen del líquido de transmisión de calor al descender el nivel de líquido.

Además, el procedimiento para la fabricación aditiva puede estar configurado de tal manera que la temperatura en zonas individuales del espacio de montaje pueda ajustarse de manera diferente. Por ejemplo, en la dirección de construcción, es decir de abajo arriba, puede estar configurado un gradiente de temperatura espacialmente constante, siendo la temperatura en la proximidad de la plataforma de impresión menor que en la zona del plano de fabricación.

Según una forma de realización, la temperatura del líquido de transmisión de calor puede modificarse temporalmente, es decir, se predetermina un gradiente de temperatura temporal.

Es posible también combinar gradientes de temperatura temporales y espaciales, predeterminándose, por ejemplo para el plano de fabricación, una temperatura temporalmente constante, mientras que la temperatura de la placa de fondo del cuerpo moldeado a construir (o de la plataforma de impresión) desciende con altura de construcción creciente.

Según una ejecución de la invención, una refrigeración activa de la plataforma de impresión o de la placa de fondo del cuerpo moldeado puede realizarse mediante elementos Peltier integrados en la plataforma de impresión. Estos elementos Peltier pueden utilizarse como apoyo para una refrigeración por medio de líquido de transmisión de calor circulante por la plataforma de impresión o bien pueden utilizarse solamente para una evacuación de calor de la plataforma de impresión o de la placa de fondo del cuerpo moldeado.

La invención puede configurarse además de tal manera que, tras cada proceso de inundación, es decir, elevación del nivel de líquido sobre el plano de fabricación, el líquido de transmisión de calor se retira o descarga completamente del espacio de montaje y, acto seguido, el espacio de montaje se llena de nuevo con líquido de transmisión de calor hasta una altura predeterminada por debajo del plano de fabricación, antes de que se prosiga la separación estratificada por fusión del al menos un material en forma de alambre.

Adicionalmente, puede preverse dejar fluir el líquido de transmisión de calor discontinuamente a través del espacio de montaje, es decir que, en determinados eventos (por ejemplo, al superar una temperatura umbral) se produzca una afluencia de fluido al cuerpo moldeado con una velocidad de afluencia temporalmente elevada.

La instalación según la invención con sus características se desprende del procedimiento previamente descrito, por lo que no se la explica una vez más con detalle.

La invención se explica con detalle a continuación con ayuda de un ejemplo de realización. Para ello, muestran en representación esquemática

La figura 1: tres fases sucesivas de una variante del procedimiento, y

La figura 2: una instalación para realizar el procedimiento en sección transversal.

El cuerpo moldeado 1, como se muestra en la figura 1a, se construye de forma estratificada en el espacio de montaje 2, para lo cual se funden y retiran gotas de metal individuales del alambre metálico 4 suministrado por el equipo de alimentación de material 6 con ayuda del arco eléctrico 5 y se separan en el plano de fabricación 1.1.

En el espacio de montaje 2 se carga el líquido de transmisión de calor 8, con lo que el plano de fabricación 1.1 del cuerpo moldeado 1 sobresale del líquido de transmisión de calor 8, es decir, que queda sin humedecerse.

Dado que el cuerpo moldeado 1 se calienta por medio del arco eléctrico 5, según la variante mostrada aquí (para una mejor compresión del procedimiento), el equipo de alimentación de material 6 se eleva en intervalos temporales cíclicos como puede verse en la figura 1b. En sincronía con esto, el nivel del líquido de transmisión de calor 8 se eleva también sobre el plano de fabricación 1.1; durante este tiempo, no se realiza ninguna construcción del cuerpo moldeado 1.

La figura 1c muestra que, después de que el cuerpo moldeado 1 se ha enfriado suficientemente, el alambre metálico 4 y el nivel del líquido de transmisión de calor 8 se hacen descender de nuevo y el arco eléctrico 5 se enciende para la separación adicional de metal en el plano de fabricación 1.1.

La figura 2 representa un ejemplo de realización de una instalación para realizar el procedimiento. El cuerpo moldeado 1 se construye de forma estratificada en el espacio de montaje 2 sobre la plataforma de impresión 3, para lo cual, por medio del equipo de alimentación de material 6 se funden y retiran gotas de metal individuales del alambre metálico 4 con ayuda del arco eléctrico 5.

En el espacio de montaje 2, el líquido de transmisión de calor 8 (representado por las flechas) se introduce a través del sistema de alimentación 7 y la plataforma de impresión 3 que presenta las aberturas de salida 9.

El líquido de transmisión de calor 8 circula a través del espacio de montaje 2 y desde allí hacia el dispositivo de preparación 10 en el que se depura el líquido de transmisión de calor 8. Desde el dispositivo de preparación 10, el líquido de transmisión de calor 8 fluye hacia la bomba 11 y se conduce de nuevo hacia el espacio de montaje 2 a través del sistema de refrigeración/calentamiento 12 donde se enfría a una temperatura predeterminada. En este caso, el equipo de control y regulación 13 controla y regula la fabricación aditiva del cuerpo moldeado 1. En particular, el equipo de control y regulación 13 lee el sensor de nivel de llenado 14 y, sobre la base de los valores leídos, regula la entrada y salida del líquido de transmisión de calor 8 en el espacio de montaje 2 o desde éste.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Cuerpo moldeado
- 1.1 Plano de fabricación
- 2 Espacio de montaje
- 3 Plataforma de impresión
- 4 Alambre metálico/material en forma de alambre
- 5 Arco eléctrico
- 6 Equipo de alimentación de material
- 7 Sistema de alimentación
- 8 Líquido de transmisión de calor
- 9 Abertura de salida
- 10 Dispositivo de preparación
- 11 Bomba
- 12 Sistema de refrigeración/calentamiento
- 13 Equipo de control y regulación
- 14 Sensor de nivel de llenado

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación aditiva utilizando un material en forma de alambre (4), en el que en un espacio de montaje (2) se fabrica un cuerpo moldeado (1) rodeado al menos parcialmente por un líquido de transmisión de calor (8) por fusión de al menos un material en forma de alambre (4) por medio de la alimentación de energía y separación del material fundido en capas individuales consecutivas, en el que durante la separación dentro del espacio de montaje (2) se ajusta un nivel del líquido de transmisión de calor (8) y en el que se mantiene constante la distancia entre el nivel de líquido y un equipo de alimentación de material (6) para alimentar el material en forma de alambre (4) durante todo el proceso de fabricación, caracterizado por que la alimentación de energía se interrumpe a intervalos de tiempo recurrentes predeterminados por un evento y el nivel de líquido se eleva dentro del espacio de montaje (2) más allá de la capa más superior del cuerpo moldeado (1).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el nivel de líquido durante la separación está como máximo 10 mm por debajo del plano de fabricación (1.1).
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el espacio de montaje (2) es recorrido por el líquido de transmisión de calor (8) durante la fabricación.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el líquido de transmisión de calor (8) no se mueve sustancialmente durante la separación del material (4).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el evento para elevar el nivel de líquido es el transcurso de un intervalo de tiempo de separación predeterminado.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el evento para elevar el nivel de líquido es la aparición de cavidades de vapor en el líquido de transmisión de calor (8) o la superación de una temperatura umbral predeterminada del plano de fabricación (1.1).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se utiliza como líquido de transmisión de calor (8) un líquido resistente a la corrosión con un elevado punto de ebullición.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la temperatura y/o el caudal del líquido de transmisión de calor (8) se modifican durante la construcción del cuerpo moldeado (1).
9. Instalación para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que presenta un espacio de montaje en forma de caja o cubeta (2) en la que, por medio de conductos de alimentación de líquido de transmisión de calor (7, 9), puede introducirse líquido de transmisión de calor (8) y, por medio de conductos de salida de líquido de transmisión de calor, puede descargarse líquido de transmisión de calor (8) y una cabeza de mecanización con al menos un equipo de alimentación de material (6) para alimentar al menos un material de partida (4) en forma de alambre, caracterizada por que la instalación presenta medios (14) para determinar un nivel del líquido de transmisión de calor (8) introducido en el espacio de montaje (2) y un equipo de control y regulación (13) que está preparado para mover, ante eventos predeterminados, la cabeza de mecanización en dirección vertical y conectar o desconectar una alimentación de energía (5) para fundir el material de partida en forma de alambre (4), así como regular un nivel del líquido de transmisión de calor (8) en el espacio de montaje (2) con una distancia constante en dirección vertical con respecto a la cabeza de mecanización por medio de la apertura y cierre de los conductos de alimentación (7,9) del líquido de transmisión de calor y de los conductos de evacuación del líquido de transmisión de calor, y el equipo de control y regulación está preparado además para interrumpir la alimentación de energía a intervalos de tiempo recurrentes predeterminados por un evento y elevar el nivel de líquido dentro del espacio de montaje (2) más allá de la capa más superior del cuerpo moldeado (1).
10. Instalación según la reivindicación 9, caracterizada por que la cabeza de mecanización puede moverse en la dirección vertical, estando integrados en la cabeza de mecanización o unidos fijamente con ésta los medios (14) para determinar el nivel de líquido de transmisión de calor (8) introducido en el espacio de montaje (2).

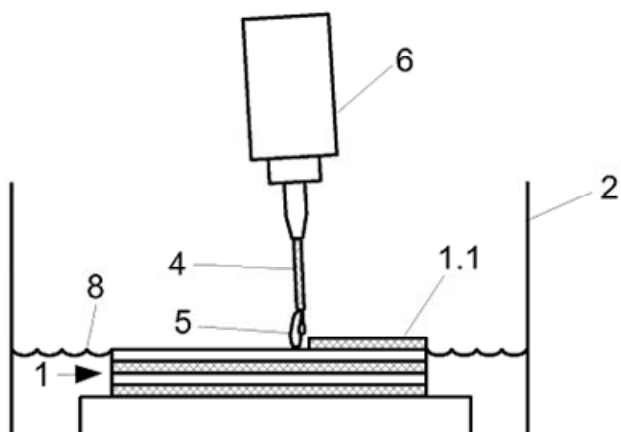


Figura 1a

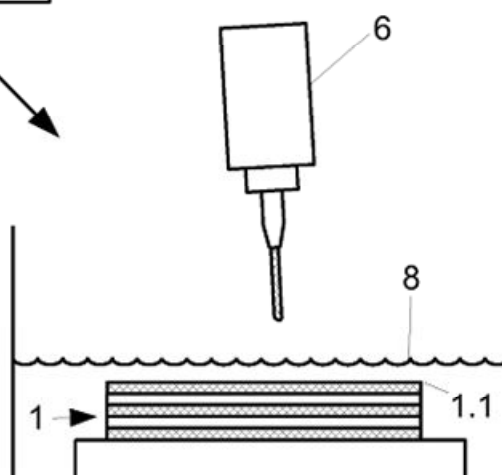


Figura 1b

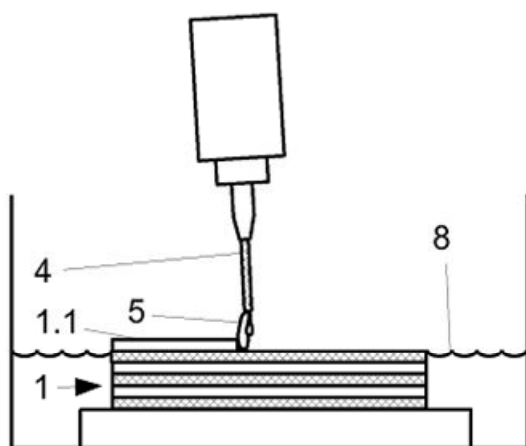


Figura 1c

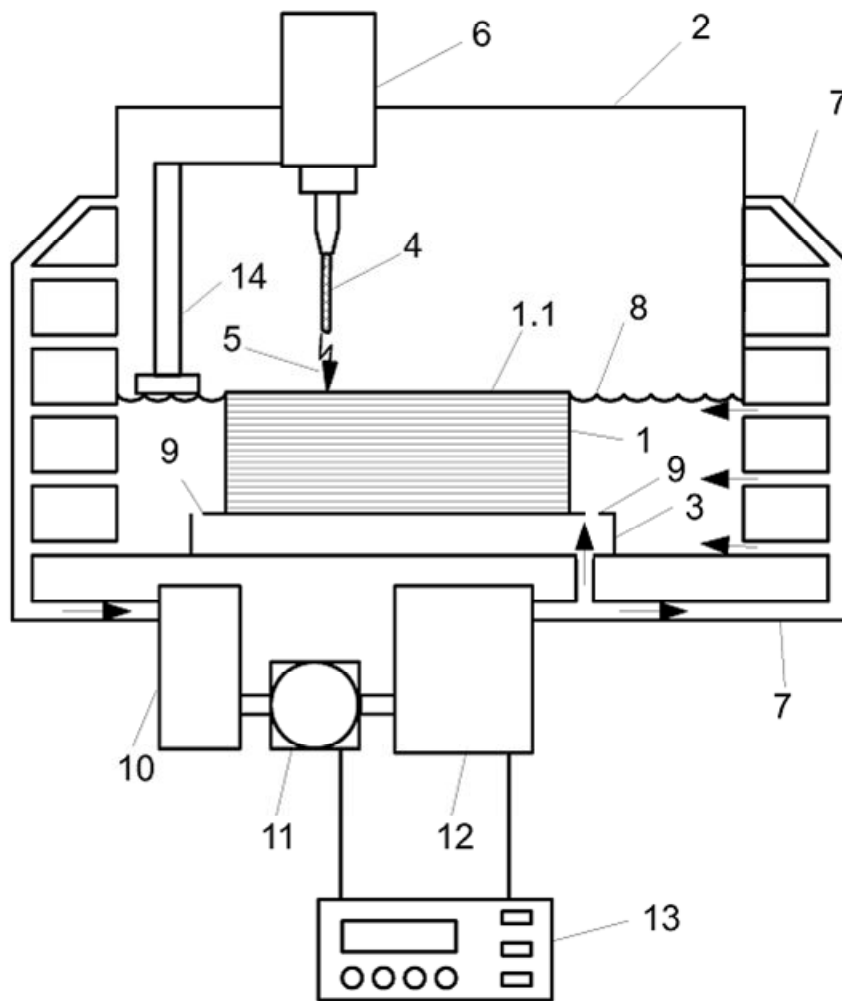


Figura 2