

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 899**

51 Int. Cl.:

**B22F 3/105** (2006.01)

**B33Y 40/00** (2010.01)

**B33Y 10/00** (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.03.2017 PCT/EP2017/056841**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.11.2017 WO17202520**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2017 E 17712974 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 3463719**

54 Título: **Procedimiento para la producción de componentes metálicos por medio de fabricación generativa**

30 Prioridad:  
**24.05.2016 DE 102016006383**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.03.2021**

73 Titular/es:  
**MESSER GROUP GMBH (100.0%)  
Messer-Platz 1  
65812 Bad Soden, DE**

72 Inventor/es:  
**HILDEBRANDT, DR. BERND y  
KAMPFFMEYER, DR. DIRK**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 810 899 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 para la producción de componentes metálicos por medio de fabricación generativa

5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de componentes metálicos por medio de fabricación generativa, en el que se genera una capa de polvo metálico en una cámara de granallado evacuada, se funde o se sinteriza selectivamente mediante impacto de una radiación energética, y a continuación se inunda la cámara de granallado con un gas refrigerante, solidificándose la pieza de polvo metálico fundida, o bien sinterizada, para dar un contorno de pieza de trabajo.

10 En la actual producción surge una tendencia creciente a procedimientos de fabricación generativos (también denominados "procedimientos de fabricación aditivos"). En este caso se describen como tales los procedimientos de fabricación en los que se produce una pieza de trabajo tridimensional en capas a partir de un material de metal o plástico. Si hasta el momento este empleo estaba limitado predominantemente a la fabricación de prototipos, se considera cada vez más un gran potencial para el empleo en la fabricación en serie, en especial para series de números de piezas menores y/o para la producción de componentes tridimensionales complejos, que se aplican, a modo de ejemplo, en la técnica aeronáutica y astronáutica, la industria automovilística o en la técnica médica.

15 En los procedimientos de fabricación generativos basados en polvo se aplica un material en forma de polvo en una capa fina sobre una superficie de trabajo. Por medio de una radiación energética, en especial un rayo láser o un haz de electrones, el material se funde o se sinteriza con gran precisión según una plantilla computerizada. El material fundido, o bien sinterizado, forma un contorno sólido en la nueva solidificación (también llamado "contorno de pieza de trabajo" en este caso), que se ensambla con contornos producidos del mismo modo previamente y/o a continuación para dar una pieza de trabajo. De este modo se pueden construir en especial cuerpos moldeados que presentan una estructura parcialmente tridimensional de complejidad elevada. Los procedimientos de fabricación generativos basados en polvo son, a modo de ejemplo, fusión por haz de electrones (EBM), fusión por rayo láser selectiva (SLM) o sinterización por láser selectiva (SLS).

25 Para proteger la pieza de trabajo ante influencias negativas de la atmósfera ambiental, los procedimientos de fabricación generativos basados en polvo tienen lugar casi siempre bajo gas de protección o en vacío. Una vez concluida la fabricación, la pieza de trabajo, o bien el contorno de pieza de trabajo, se debe enfriar antes de una mecanización ulterior. Siempre que se emplee un gas de protección, este puede favorecer el proceso de enfriamiento; en procedimientos de fabricación aditivos que se realizan bajo vacío, el contorno de pieza de trabajo fabricado se debe enfriar y la cámara de granallado evacuada previamente se debe inundar con un gas a presión ambiental. En este caso se ofrece en especial la posibilidad de inundar la cámara de granallado con un gas inerte que asegura simultáneamente el enfriamiento de la pieza de trabajo, o bien del contorno de pieza de trabajo. Actualmente, debido a sus buenas propiedades de conducción térmica, a tal efecto se emplea predominantemente helio.

35 En el documento EP 3 006 139 A1 se propone un procedimiento para la producción en capas de una pieza de trabajo metálica mediante fabricación aditiva, en el que se disponen sucesivamente capas de un material metálico en forma de polvo y se someten estas a un rayo láser, alimentándose respectivamente un gas de proceso. El gas de proceso sirve para influir selectivamente sobre las propiedades químicas o físicas del metal fundido de cada una de las capas; por consiguiente, diferentes capas se someten a gases de proceso de diferente composición. A modo de ejemplo, en este caso se emplean diferentes gases de proceso que contienen argón y helio, precipitando una proporción de helio variable respectivamente a diferentes velocidades de enfriamiento, modificaciones de estructura y deformaciones de material de los contornos de pieza de trabajo fabricados. Un gas de proceso que, además de un gas inerte, también contiene hidrógeno en una cantidad entre 0,01 % en volumen y 50 % en volumen, protege la fusión metálica durante el tratamiento con rayo láser mediante enlace del oxígeno presente en el polvo metálico. No obstante, en este objeto no está previsto someter los contornos de pieza de trabajo fabricados a un gas refrigerante. Además, las experiencias en relación con tales gases de proceso no se pueden aplicar sin más a procedimientos de fabricación que se desarrollan en vacío

50 El documento WO 2015/155745 A1 describe un procedimiento para la producción de una pieza de trabajo por medio de fabricación aditiva, en el que se dispone una capa de un material de partida en forma de polvo en una cámara de granallado evacuada. Esta se calienta previamente y se somete a un proceso de fusión selectivo mediante aplicación de un chorro de energía en vacío, con lo cual se produce un contorno de pieza de trabajo que se tiene que solidificar mediante enfriamiento. Para acelerar el proceso de enfriamiento, la cámara de granallado se inunda con una corriente de gas refrigerante. Como gas refrigerante se emplea, a modo de ejemplo, helio o argón.

55 Hasta el momento se consideró necesario el empleo de helio o argón como gas refrigerante debido a las propiedades inertes de los gases nobles. El helio posee una conductividad térmica bastante elevada, que posibilita un rápido enfriamiento, pero es muy costoso y no siempre se encuentra disponible en el mercado. El argón es más económico, pero posee una conductividad térmica mucho menor, por lo cual el empleo de argón en lugar de helio conduce a un proceso de enfriamiento ralentizado, o bien requiere un aumento considerable de la corriente de gas refrigerante

requerida. Por lo tanto, en la práctica se ha impuesto el empleo de helio puro o de una mezcla de gases constituida predominantemente por helio como gas refrigerante, lo que está asociado, sin embargo, a los inconvenientes citados.

5 En el documento US 2015/0367415 A1 se describen dispositivos, así como procedimientos para la impresión tridimensional, en los que una cámara de tratamiento se inunda con un gas refrigerante una vez concluida la fabricación de un contorno de pieza de trabajo. En este caso, el gas refrigerante puede ser argón, nitrógeno, helio, neón, kriptón, xenón, hidrógeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono u oxígeno.

La invención toma como base la tarea de indicar un procedimiento para la producción de componentes metálicos por medio de fabricación generativa en vacío, que sea más económico frente a procedimientos según el estado de la técnica con la misma calidad, y que vaya acompañado de una velocidad de elaboración más elevada.

10 La tarea de la invención se soluciona mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. En la reivindicación subordinada 2 se reivindican configuraciones ventajosas de la invención.

15 Por lo tanto, según la invención, en un proceso para la fabricación generativa, en especial un procedimiento de fusión por haz de electrones o rayo láser, en el que se conforma una pieza de trabajo metálica a partir de contornos de pieza de trabajo, que se fabrican sucesivamente en capas en una cámara de granallado evacuada y se enfrían con un gas refrigerante mediante una inundación de la cámara de granallado que se efectúa a continuación de la fabricación, se emplea un gas o una mezcla de gases que contiene hidrógeno como gas refrigerante.

20 Por lo tanto, la invención se refiere a procedimientos de fabricación aditivos que se realizan en una cámara de granallado bajo vacío y en los que la cámara de granallado se inunda con un gas refrigerante, que sirve simultáneamente para el enfriamiento del contorno de pieza de trabajo, a continuación de la fabricación de cada contorno de pieza de trabajo.

25 Sorprendentemente se ha mostrado que el hidrógeno presente en el gas refrigerante tiene una influencia negativa nula o despreciable sobre la superficie del contorno de pieza de trabajo fabricado. Además, la conductividad térmica del hidrógeno supera la del helio, de modo que un gas refrigerante que contiene hidrógeno conduce a un enfriamiento acelerado del contorno de pieza de trabajo frente al empleo de helio puro. En este caso se denomina "gas refrigerante que contiene hidrógeno" un gas o una mezcla de gases que está constituida completamente por hidrógeno (H<sub>2</sub>), o bien presenta mezclas de otros gases además de hidrógeno, en especial de gases inertes, como helio (He), argón (Ar) y/o nitrógeno (N<sub>2</sub>). La inundación de la cámara de granallado con el gas refrigerante se efectúa preferentemente a presión ambiental (1 bar) una vez concluida la fabricación del contorno de pieza de trabajo. En este momento, el material fundido del contorno de pieza de trabajo se ha solidificado ya claramente al menos en su superficie, en tal medida que el gas refrigerante que contiene hidrógeno ya no tiene una influencia significativa sobre las propiedades metalúrgicas de la pieza de trabajo. Una vez el contorno de pieza de trabajo se enfría a una temperatura objetivo determinada se dispone una nueva capa de polvo metálico, y la cámara de granallado se evacua de nuevo para la producción del siguiente contorno.

35 Además de hidrógeno, el gas refrigerante también contiene helio, argón y/o nitrógeno. En este caso se puede tratar de una mezcla de dos, tres o cuatro componentes, en la que, además de hidrógeno, están contenidos uno o varios de los gases helio, argón o nitrógeno. Son especialmente preferentes una mezcla de hidrógeno y helio, así como una mezcla que, además de hidrógeno y helio, contiene argón y/o nitrógeno, no debiendo sobrepasar preferentemente las proporciones de argón y/o nitrógeno en la mezcla a las del componente constituido por He o H<sub>2</sub> presente en menor cantidad.

40 Una primera composición de gas refrigerante no según la invención es una mezcla de gases con una proporción de hidrógeno de 97 % en volumen a 100 % en volumen. El resto está constituido por helio y/o argón y/o nitrógeno, en especial por helio con proporciones de argón y/o nitrógeno. También en este caso son concebibles mezclas de dos componentes (hidrógeno y helio, hidrógeno y argón, hidrógeno y nitrógeno), así como mezclas de tres componentes (hidrógeno y helio con proporciones de argón o nitrógeno), o mezclas de cuatro componentes (hidrógeno, helio, argón y nitrógeno). Un primer gas refrigerante según la invención contiene entre 97 % en volumen y 99,5 % en volumen de H<sub>2</sub>, entre 0,5 % en volumen y 3 % en volumen de He, resto Ar y/o N<sub>2</sub>. Debido a la elevada conductividad térmica de hidrógeno, el alto contenido en hidrógeno conduce a un enfriamiento especialmente eficiente.

50 Un contenido predominante de hidrógeno en el gas refrigerante mejora la eficiencia del enfriamiento debido a la elevada conductividad térmica del hidrógeno. No obstante, en especial en casos en los que existe una cierta probabilidad de que el gas refrigerante entre en contacto con el aire ambiental, es ventajosa una segunda composición según la invención, que está constituida predominantemente, es decir, con una proporción de 70 % en volumen a 99,5 % en volumen, por helio, argón, nitrógeno o una mezcla de dos o tres de estos gases, y presenta una proporción de hidrógeno relativamente reducida, de 0,5 % en volumen a 30 % en volumen. Un posible resto está constituido por argón y/o nitrógeno. Por una parte, también la proporción de hidrógeno relativamente reducida aumenta claramente la conductividad térmica del gas refrigerante, por otra parte se evita que en el mezclado del gas refrigerante con aire

ambiental se produzca el rebasamiento del límite de explosión del hidrógeno.

5 El gas refrigerante según la invención se emplea preferentemente a continuación de un procedimiento de fusión por radiación realizado bajo vacío, en el que se emplea como radiación electrónica un rayo láser o un haz de electrones. En el caso del procedimiento de fusión por radiación se trata en especial de fusión por haz de electrones (EBM), fusión por rayo láser selectiva (SLM) o sinterización por láser selectiva (SLS).

10 Las ventajas del procedimiento según la invención radican en especial en la reducción de tiempos muertos de proceso en la fabricación generativa debido a una rápida disipación de calor de proceso a partir del contorno de pieza de trabajo fabricado en cada caso, afrontándose simultáneamente de manera fiable el peligro de una oxidación de la pieza de trabajo a través de oxígeno del ambiente. Además, el hidrógeno se encuentra disponible de modo sensiblemente más económico y fiable que el helio, empleado de modo predominante hasta la fecha.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la producción de componentes metálicos por medio de fabricación generativa, en el que se genera una capa de polvo metálico en una cámara de granallado evacuada, se funde o se sinteriza selectivamente mediante impacto de una radiación energética para dar un contorno de pieza de trabajo, y se inunda la cámara de granallado con un gas refrigerante una vez concluida la fabricación del contorno de pieza de trabajo, solidificándose la pieza de polvo metálico fundida, o bien sinterizada, para dar un contorno de pieza de trabajo sólido, empleándose como gas refrigerante un gas o una mezcla de gases que contiene hidrógeno, caracterizado por que el gas refrigerante contiene una proporción de hidrógeno de 0,5 % en volumen a 30 % en volumen, resto helio y/o argón y/o nitrógeno, o una proporción de hidrógeno de 97 % en volumen a 99,5 % en volumen, de 0,5 % en volumen a 3 % en volumen de helio, resto argón y/o nitrógeno.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se emplea un rayo láser o un haz de electrones como radiación energética.