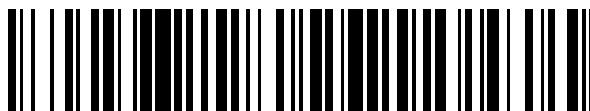


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 166**

51 Int. Cl.:

<b>B22F 1/00</b>	(2006.01)	<b>B33Y 30/00</b>	(2015.01)
<b>C04B 35/626</b>	(2006.01)	<b>B29C 64/165</b>	(2007.01)
<b>C04B 35/634</b>	(2006.01)	<b>B29C 64/171</b>	(2007.01)
<b>B33Y 70/00</b>	(2015.01)	<b>B29C 64/188</b>	(2007.01)
<b>B23K 26/361</b>	(2014.01)	<b>B29C 64/194</b>	(2007.01)
<b>C04B 35/638</b>	(2006.01)	<b>B29C 64/106</b>	(2007.01)
<b>B22F 3/00</b>	(2006.01)		
<b>B28B 1/00</b>	(2006.01)		
<b>B22F 3/105</b>	(2006.01)		
<b>B33Y 10/00</b>	(2015.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2018** **E 18178892 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019** **EP 3444050**

54 Título: **Proceso y máquina de fabricación de al menos una pieza de al menos un material cerámico y/o metálico mediante la técnica de la fabricación aditiva**

30 Prioridad:

**18.08.2017 FR 1770869**

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

**17.07.2020**

73 Titular/es:

**S.A.S 3DCERAM-SINTO (100.0%)  
27 Rue du Petit Theil  
87280 Limoges, FR**

72 Inventor/es:

**GAIGNON, RICHARD y  
CHAPUT, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

**ES 2 774 166 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**

Proceso y máquina de fabricación de al menos una pieza de al menos un material cerámico y/o metálico mediante la técnica de la fabricación aditiva

5

[0001] La presente invención se refiere a un proceso y a una máquina de fabricación de piezas mediante la técnica de la fabricación aditiva.

10

[0002] Estas piezas son particularmente piezas de material cerámico o metálico obtenidas en estado bruto y luego sometidas a operaciones de limpieza, desaglomerado y sinterización para obtener las piezas cerámicas o metálicas acabadas.

15

[0003] La técnica de la fabricación aditiva, también llamada estereolitografía, comprende habitualmente las etapas siguientes, para la obtención de tales piezas cerámicas en estado bruto:

- se construye, por diseño asistido por ordenador, un modelo informático de la pieza que se desea fabricar, modelo cuyas dimensiones son más grandes que las de la pieza que se desea fabricar con el fin de prever una retracción de la cerámica durante la fabricación de la pieza; y
- se fabrica la pieza mediante la técnica de la fabricación aditiva, técnica según la cual:

20

- se forma, sobre un soporte rígido o sobre una pieza en curso de fabricación, una primera capa de una composición fotoendurecible que comprende habitualmente al menos un material cerámico, al menos un dispersante, al menos un monómero y/u oligómero fotoendurecible, al menos un fotoiniciador y al menos un plastificante;

25

- se hace endurecer la primera capa de la composición fotoendurecible por irradiación según un motivo definido a partir del modelo para dicha capa, con lo que se forma un primer nivel;

30

- se forma, sobre el primer nivel, una segunda capa de la composición fotoendurecible;

35

- se hace endurecer la segunda capa de la composición fotoendurecible por irradiación según un motivo definido para dicha capa, con lo que se forma un segundo nivel, donde esta irradiación se efectúa por barrido láser de la superficie libre de la composición fotoendurecible extendida o por un sistema de proyección con diodos;
- opcionalmente, se repiten las etapas anteriores para obtener la pieza en estado bruto.

40

[0004] A continuación, para obtener la pieza acabada, se limpia la pieza en estado bruto para retirar la composición no endurecida; se desaglomera la pieza en estado bruto limpiada; y se sinteriza la pieza en estado bruto limpiada y desaglomerada para obtener la pieza acabada.

35

[0005] Se procede de la misma manera en el caso de un material metálico.

40

[0006] Si bien la fabricación de piezas sencillas de material cerámico o de material metálico mediante esta tecnología se controla bien, la fabricación de piezas que presentan una forma y/o composición compleja presenta dificultades.

45

[0007] Por piezas de forma compleja se entiende particularmente piezas que tienen espacios de geometría tridimensional, dichos espacios que son difíciles de limpiar correctamente porque no existen herramientas adaptadas a estas geometrías.

50

[0008] Por piezas de composición compleja se entiende particularmente piezas realizadas en varios materiales cerámicos o metálicos.

55

[0009] La empresa solicitante ha descubierto que se podía obtener tales piezas complejas practicando una o varias cavidades en las capas de composición cerámica o metálica fotoendurecida, y rellenando estas cavidades, para completar la capa así vaciada, con una composición capaz de fluir y luego de endurecerse para volver a formar una capa completa, sobre la cual se extenderá la siguiente capa de composición cerámica o metálica fotoendurecible.

60

[0010] La composición capaz de fluir puede ser otra composición cerámica o metálica fotoendurecible, lo que permitirá formar piezas con múltiples materiales, o un material de sacrificio que se puede endurecer y que será destruido durante el desaglomerado, liberando así las partes huecas o espacios practicados en las piezas sin necesidad de introducir una herramienta o un producto químico de limpieza.

65

[0011] La presente invención, por lo tanto, tiene como objetivo en primer lugar un proceso de fabricación de al menos una pieza de al menos un material elegido entre los materiales cerámicos y los materiales metálicos mediante la técnica de la fabricación aditiva, donde dicha pieza o dichas piezas se forman en estado bruto y a continuación se someten a operaciones de limpieza, desaglomerado y sinterización, proceso según el cual:

(1) se construye, por diseño asistido por ordenador, un modelo informático de la pieza que se desea fabricar o de las piezas que se desea fabricar;

(2) sobre una plataforma de construcción se forma dicha o dichas piezas que se desea fabricar, donde éstas son a base de una composición cerámica o metálica fotoendurecible (CPCb o CPMb) formada:

- por una parte mineral que consiste en al menos un material cerámico pulverulento o al menos un material metálico pulverulento; y
- por una parte orgánica capaz de ser destruida por calentamiento durante el desaglomerado y que comprende al menos un monómero y/u oligómero fotoendurecible y al menos un fotoiniciador;

caracterizado por el hecho de que:

- se prepara al menos un material diferente de dicha CPCb o CPMb de base, capaz de fluir y capaz de ser endurecido una vez vertido, donde dicho material es un material orgánico de sacrificio (MOS) capaz de ser destruido por calentamiento durante el desaglomerado o una composición cerámica o metálica complementaria CPCc o CPMc;
- para la construcción de dicha pieza o de dichas piezas, sobre la plataforma de construcción, se forman capas sucesivas de CPCb o CPMb que se hacen endurecer cada vez por irradiación según el motivo previamente definido a partir del modelo para dicha capa, donde las etapas siguientes se realizan para formar partes huecas de la pieza y/o incorporar al menos una parte de otro material cerámico o metálico:
  - formación por mecanizado de al menos una cavidad en al menos una capa de CPCb o CPMb endurecida a partir de la superficie superior de ésta;
  - depósito en dicha o dichas cavidades de un MOS o una CPCc o CPMc para rellenarla(s);
  - endurecimiento del MOS o de la CPCc o CPMc colocado/a en dicha o dichas cavidades para obtener una superficie horizontal dura al mismo nivel que la capa de CPCb o CPMb adyacente,

en cada formación de cavidad(es), ésta o éstas están delimitadas según el o los motivos previamente definidos a partir del modelo informático, y sus profundidades se seleccionan para asegurar la continuidad de la pieza o de las piezas que se desea fabricar, una o varias cavidades también se pueden formar en una parte de capa constituida por un CPCc o CPMc para insertar otra CPCc o CPMc,

y se obtiene, una vez realizado el apilamiento de las capas endurecidas, una o varias piezas en bruto que se pueden someter a una limpieza para retirar la parte o partes no endurecidas, y luego a un desaglomerado y a una sinterización.

[0012] Los materiales cerámicos son materiales cerámicos sinterizables pulverulentos elegidos particularmente entre alúmina ( $Al_2O_3$ ), zircona ( $ZrO_2$ ), alúmina reforzada por zircona, zircona reforzada por alúmina, zircón ( $ZrSiO_4$ ), sílice ( $SiO_2$ ), la hidroxiapatita, zircón sílice ( $ZrSiO_4 + SiO_2$ ), nitruro de silicio, fosfato tricálcico (TCP), nitruro de aluminio, carburo de silicio, cordierita y mullita.

[0013] Los materiales metálicos son materiales metálicos sinterizables pulverulentos elegidos entre los metales puros, tales como Al, Cu, Mg, Si, Ti, Zn, Sn, Ni ..., sus aleaciones y las mezclas de metales puros y de sus aleaciones.

[0014] Las cavidades se pueden formar en todo el espesor de una capa endurecida de CPCb o CPMb o a una altura inferior a la altura de una capa. También se pueden formar a una altura superior al espesor de una capa, por ejemplo a una altura igual a la altura de varias capas extendidas de antemano.

[0015] Cuando la pieza o piezas que se desea construir tienen partes huecas, éstas deben desembocar en la superficie exterior para que el MOS pueda evacuarse durante el desaglomerado.

[0016] Se puede utilizar una CPCb o una CPMb de consistencia pastosa que se extiende en forma en capa por raspado o una CPMb o CPCb en suspensión que se aplica por inmersión de la plataforma en un baño de dicha suspensión para formar cada vez la capa de CPCb o de CPMb por endurecer, y raspado de la capa formada de este modo.

[0017] Se puede utilizar, como MOS,

- un material fotoendurecible que comprende al menos un monómero y/u oligómero fotoendurecible y al menos un fotoiniciador; o

- un material plástico fusible en caliente para poder verterlo, en particular para poder verterlo bajo presión, en una cavidad y endurecerlo al volver a la temperatura ambiente.

5 [0018] Tales materiales plásticos termoestables se seleccionan particularmente de entre copolímeros acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), policarbonatos (PC) + ABS, policarbonatos PC-ISO, polieterimidias, polifenilsulfonas, Nylon, alcohol polivinílico, poliuretano termoplástico, copoliésteres, polipropileno y ácido poliláctico.

10 [0019] Por composiciones fotoendurecibles cerámicas o metálicas CPCc o CPMc diferentes de la composición respectivamente CPCb o CPMb, se entiende no solo las composiciones que son de naturaleza química diferente, sino también composiciones que pueden ser de la misma naturaleza química pero que pueden tener propiedades físicas diferentes, tales como la densidad, que no se pueden obtener con un solo sistema de extensión.

15 [0020] Para la formación de la o las cavidades, se puede realizar un mecanizado mecánico. También se puede llevar a cabo un mecanizado láser, particularmente en condiciones de ajuste de la potencia del láser entre 1 y 3 vatios y de velocidad de desplazamiento del láser entre 1 y 100 milímetros por segundo.

[0021] Igualmente, en cada etapa de mecanizado, se puede soplar y se puede aspirar los restos al mismo tiempo que se lleva a cabo dicho mecanizado.

20 [0022] Se puede aplicar el MOS o la CPCc o la CPMc en la o las cavidades por una boquilla de distribución.

25 [0023] Se puede llevar a cabo el endurecimiento por irradiación láser de cada capa de MOS o de CPCc o CPMc en condiciones de un ajuste de la potencia del láser entre 70 y 700 milivatios y una velocidad de desplazamiento del láser entre 1000 y 6000 milímetros por segundo, y de las capas de MOS fotoendurecibles colocadas en las cavidades.

30 [0024] La presente invención también tiene como objetivo una máquina de fabricación de al menos una pieza de al menos un material elegido entre los materiales cerámicos y los materiales metálicos mediante el proceso que utiliza la técnica de la fabricación aditiva como se ha definido antes, caracterizada por el hecho de que incluye:

- un bastidor que enmarca una plataforma de construcción que comprende una superficie de trabajo;
- medios para llevar y extender en capas sobre la plataforma de construcción una composición fotoendurecible cerámica o metálica de base (CPCb o CPMb);
- 35 - medios de mecanizado aptos para formar al menos una cavidad en una capa de CPCb o CPMb fotoendurecida a partir de la parte superior de ésta;
- medios de soplado y de aspiración de los restos resultantes de dicho mecanizado;
- medios de llenado de la o las cavidades formadas en cada capa de CPCb o CPMb fotoendurecida para completar la capa con cavidades con un material orgánico de sacrificio (MOS) o una composición fotoendurecible cerámica o metálica (CPCc o CPMc) capaz de verterse;
- 40 - medios de irradiación situados por encima de la superficie de trabajo y aptos para irradiar cada capa de CPCb o CPMb una vez extendida para endurecerla y para irradiar, con el fin de endurecerlo/a, el MOS (cuando es fotoendurecible), la CPCc o la CPMc una vez colocada en las cavidades practicadas en capas de CPCb o CPMb endurecida.

45 [0025] Tal máquina, capaz de aplicar en capas una CPCb o CPMb en forma de pasta, puede contener un pórtico provisto de al menos una lámina de raspado y capaz de desplazarse sobre el bastidor por encima de la superficie de trabajo de tal manera que el borde libre de la o de las láminas de raspado es capaz de extender las capas de pasta de CPCb o CPMb sobre la superficie de trabajo, o la CPCb o CPMb es llevada por al menos una boquilla de distribución desplazable delante de al menos una lámina de raspado que extiende la CPCb o CPMb en una capa uniforme cuando pasa sobre ella.

50 [0026] Tal máquina, capaz de aplicar en capas una CPCb o CPMb en forma de suspensión, puede contener una cubeta para rellenar con dicha suspensión, en la que la plataforma de suspensión es capaz de bajar paso a paso para formar sobre ésta en cada paso una capa para irradiar, así como un raspador ("recoater") para asegurar que la suspensión se distribuya sobre toda la superficie por irradiar.

55 [0027] Los medios para llevar al menos un MOS o una CPCc o una CPMc sobre la superficie de trabajo pueden estar constituidos por al menos una boquilla de distribución desplazable por encima de una cavidad correspondiente para aplicar la composición correspondiente en esta.

60 [0028] Conforme a una primera forma de realización, la boquilla o al menos una de las boquillas se puede alimentar con MOS o CPCb o CPMb o CPCc o CPMc por una manguera conectada a un depósito, en particular un depósito de alimentación con pistón.

[0029] Conforme a una segunda forma de realización, la boquilla o al menos una de las boquillas se puede alimentar en MOS o CPCb o CPMb o CPCc o CPMc por un cartucho del cual forma la parte superior, que contiene una reserva de MOS o CPCb o CPMb o CPCc o CPMc y que es recargable a partir de un depósito de alimentación montado o no sobre la máquina o que es reemplazable cuando se vacía por un cartucho lleno, este reemplazo pudiendo ser asegurado por un brazo robotizado.

[0030] La boquilla o al menos una de las boquillas se puede montar de manera desplazable

- con ayuda de un brazo robotizado; o
- sobre un pórtico que incluye a la vez una guía de deslizamiento que permite desplazarla según el eje horizontal x de la plataforma de construcción y una guía de deslizamiento que permite desplazarla según el eje horizontal y de la plataforma de construcción; o
- sobre un pórtico provisto de al menos una lámina de raspado para permitir su desplazamiento según el eje horizontal x de avance de la lámina de raspado, donde dicho pórtico también comprende una guía de deslizamiento que permite desplazarla según el eje horizontal y.

[0031] Para ilustrar mejor el objeto de la presente invención, a continuación se va a describir, a título indicativo y no limitativo, una forma de realización particular en referencia al dibujo anexo.

[0032] En este dibujo:

- la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una máquina de fabricación de una pieza bruta de al menos dos materiales cerámicos mediante la técnica de la fabricación aditiva;
- la figura 2 es, a mayor escala, una vista frontal del pórtico de desplazamiento de las boquillas de aplicación de dos composiciones fotoendurecibles diferentes; y
- las figuras 3 a 8 ilustran las etapas sucesivas de la construcción de una pieza a partir de tres diferentes composiciones fotoendurecibles.

[0033] Si se observa la figura 1, se puede ver que se ha representado esquemáticamente una máquina 1 para la fabricación de una pieza bruta a base de tres composiciones fotoendurecibles diferentes.

[0034] La máquina 1 incluye un dispositivo 2 de raspado de una capa de pasta sobre una superficie de trabajo de una plataforma de construcción horizontal 3.

[0035] El dispositivo de raspado 2, instalado de manera deslizante sobre el bastidor 4 de la máquina, incluye un pórtico 5 que lleva en la parte delantera una lámina de raspado 6 con un borde de raspado horizontal.

[0036] La máquina 1 también incluye una estructura 7 que soporta un pórtico 8 de desplazamiento de dos boquillas 9 y 10.

[0037] La estructura 7, dispuesta por encima del dispositivo de raspado 2, incluye dos largueros 7a unidos mediante traviesas 7b. Cada larguero 7a lleva, a lo largo de su cara inferior, una parte saliente 7c (figura 2).

[0038] En estas partes salientes 7c está montado de manera deslizante el pórtico 8 de desplazamiento de las boquillas 9 y 10. El pórtico 8 está constituido por una placa vertical 8a que comprende, en su parte superior, un ángulo recto 8b que incluye elementos 8c que cooperan con las partes salientes 7c para el deslizamiento del pórtico 8 sobre la estructura 7.

[0039] La placa 8a incluye además dos partes salientes horizontales 8d sobre las que está instalado de manera deslizante un soporte vertical 11 de las boquillas 9 y 10, el cual comprende, en su parte trasera, elementos 11a que permiten este deslizamiento.

[0040] El soporte 11 presenta, en el ejemplo representado, dos ramificaciones 11b que está plegadas, en su parte inferior, para soportar una de ellas la boquilla 9 y la otra, la boquilla 10.

[0041] Cada boquilla 9, 10 está rematada por un cartucho recargable respectivamente 9a, 10a que contiene una reserva de composición fotoendurecible.

[0042] Además, el soporte 11 lleva, en su parte inferior, un marco horizontal 12 que rodea las boquillas 9, 10 y al cual están conectadas una boquilla 13 de soplado de restos y una boquilla 14 de aspiración de los restos.

## ES 2 774 166 T3

[0043] En la figura 1 también se ha representado el cabezal galvanométrico 15 que orienta el haz láser.

5 [0044] Por lo tanto, se puede ver que el dispositivo de raspado 2 se monta de modo que sea capaz de desplazarse según el eje x, y que el pórtico 8 y el soporte 11 son aptos para desplazarse respectivamente según el eje Y y según el eje X.

10 [0045] A continuación se va a describir el funcionamiento de la máquina que se acaba de describir en referencia a las figuras 3 a 8. A cada una de estas figuras se asocia un cuadrado que representa, a mayor escala, la vista desde arriba de la parte de la pieza en construcción.

### Figura 3

15 [0046] Se deposita una capa de pasta cerámica sobre la plataforma de construcción 3 con ayuda del dispositivo de raspado 2, el cual se desplaza según el eje X.

### Figura 4

[0047] Se lleva la capa así depositada a polimerizar en la parte cuadrada por aplicación del haz láser.

20 Figura 5

[0048] Se lleva a cabo un mecanizado láser de la capa que se ha endurecido para formar en ella tres cavidades E1, E2 y E3, el pórtico 8 se desplaza según el eje y, y el soporte 11 según el eje x, y esta operación de mecanizado láser se efectúa con soplado y aspiración de los restos al mismo tiempo que actúa el laser.

25 Figura 6

[0049] Con la ayuda de la primera boquilla 9, se ha depositado en las cavidades E1, E2 y E3 una segunda composición fotoendurecible. Esta se polimeriza por aplicación del haz láser.

30 Figura 7

[0050] Se lleva a cabo un mecanizado por láser de la capa que se acaba de depositar en la cavidad E2 para formar en ella cavidades E4, el que el pórtico 8 se desplaza según el eje Y, y el soporte 11 según el eje x, y esta operación de mecanizado se efectúa con soplado y aspiración de los restos al mismo tiempo que actúa el láser.

35 Figura 8

[0051] Con la ayuda de la segunda boquilla 10, se ha depositado en las cavidades E4 una tercera composición fotoendurecible. Esta se polimeriza por aplicación del haz láser.

40

**REIVINDICACIONES**

1. Proceso de fabricación de al menos una pieza de al menos un material elegido entre materiales cerámicos y materiales metálicos mediante la técnica de la fabricación aditiva, donde dicha pieza o piezas se forman en estado bruto y se someten a continuación a operaciones de limpieza, desaglomerado y sinterización, proceso según el cual:

(1) se construye, por diseño asistido por ordenador, un modelo informático de la pieza que se desea fabricar o de las piezas que se desea fabricar;

(2) sobre una plataforma de construcción, se forma dicha o dichas piezas que se desea fabricar, las cuales son a base de una composición cerámica o metálica fotoendurecible (CPCb o CPMb) formada:

- por una parte mineral que consiste en al menos un material cerámico pulverulento o en al menos un material metálico pulverulento; y
- por una parte orgánica capaz de ser destruida por calentamiento durante el desaglomerado y que comprende al menos un monómero y/u oligómero fotoendurecible y al menos un fotoiniciador;

**caracterizado por el hecho de que:**

- se prepara al menos un material diferente de dicha CPCb o CPMb de base, capaz de verterse y capaz de ser endurecido una vez vertido, donde dicho material es un material orgánico de sacrificio (MOS) capaz de ser destruido por calentamiento durante el desaglomerado o una composición cerámica o metálica complementaria CPCc o CPMc;

- para la construcción de dicha pieza o de dichas piezas, sobre la plataforma de construcción, se forman capas sucesivas de CPCb o CPMb que se hacen endurecer cada vez por irradiación según el motivo previamente definido a partir del modelo para dicha capa, donde las etapas siguientes se realizan para formar partes huecas de la pieza y/o incorporar al menos una parte de otro material cerámico o metálico:

- formación por mecanizado de al menos una cavidad en al menos una capa de CPCb o CPMb endurecida a partir de la superficie superior de ésta;
- depósito en dicha o dichas cavidades de un MOS o una CPCc o CPMc para rellenarla(s);
- endurecimiento del MOS o CPCc o CPMc colocado/a en dicha o dichas cavidades para obtener una superficie horizontal dura al mismo nivel que la capa de CPCb o CPMb adyacente,

en cada formación de cavidad(es), ésta o éstas están delimitadas según el o los motivos previamente definidos a partir del modelo informático, y su o sus profundidades se seleccionan para asegurar la continuidad de la pieza o de las piezas que se desea fabricar, una o varias cavidades también se pueden formar en una parte de capa constituida por un CPCc o CPMc para insertar otra CPCc o CPMc,

y se obtiene, una vez realizado el apilamiento de las capas endurecidas, una o varias piezas en bruto que se pueden someter a una limpieza para retirar la parte o partes no endurecidas, y luego a un desaglomerado y a una sinterización.

2. Proceso según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** se utiliza una CPCb o una CPMb de consistencia pastosa que se extiende en forma de capa por raspado o una CPMb o CPCb en suspensión que se aplica por inmersión de la plataforma en un baño de dicha suspensión para formar cada vez la capa de CPCb o de CPMb que se desea endurecer, y por raspado de la capa formada de este modo.

3. Proceso según una de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por el hecho de que** se utiliza, como MOS,

- un material fotoendurecible que comprende al menos un monómero y/u oligómero fotoendurecible y al menos un fotoiniciador; o
- un material plástico fusible en caliente para poder verterlo, en particular para poder verterlo bajo presión, en una cavidad y endurecerlo al volver a la temperatura ambiente.

4. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que**, para la formación de la o de las cavidades, se lleva a cabo un mecanizado mecánico.

5. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que**, para la formación de la o de las cavidades, se lleva a cabo un mecanizado láser, particularmente en condiciones de ajuste de la potencia del láser entre 1 y 3 vatios y de velocidad de desplazamiento del láser entre 1 y 100 milímetros por segundo.

6. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que**, en cada etapa de mecanizado, se sopla y se aspira los restos al mismo tiempo que se lleva a cabo dicho mecanizado.
7. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por el hecho de que** se aplica el MOS o la CPCc o la CPMc en la o las cavidades por una boquilla de distribución.
8. Proceso según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** se lleva a cabo el endurecimiento por irradiación láser de cada capa de MOS o de CPCc o CPMc en condiciones de un ajuste de la potencia del láser entre 70 y 700 milivatios y una velocidad de desplazamiento del láser entre 1000 y 6000 milímetros por segundo, y de las capas de MOS fotoendurecibles colocadas en las cavidades.
9. Máquina de fabricación de al menos una pieza de al menos un material elegido de entre materiales cerámicos y materiales metálicos mediante el proceso que utiliza la técnica de la fabricación aditiva como se define en una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada por el hecho de que** comprende:
- un bastidor (4) que enmarca una plataforma de construcción (3) que comprende una superficie de trabajo;
  - medios para llevar y extender en capas sobre la plataforma de construcción una composición fotoendurecible cerámica o metálica de base (CPCb o CPMb);
  - medios de mecanizado aptos para formar al menos una cavidad en una capa de CPCb o CPMb fotoendurecida a partir de la parte superior de ésta;
  - medios de soplado (13) y de aspiración (14) de los restos resultantes de dicho mecanizado;
  - medios de llenado de la o las cavidades formadas en cada capa de CPCb o CPMb fotoendurecida para completar la capa con cavidades con un material orgánico de sacrificio (MOS) o una composición fotoendurecible cerámica o metálica (CPCc o CPMc) capaz de verterse;
  - medios de irradiación situados por encima de la superficie de trabajo y aptos para irradiar cada capa de CPCb o CPMb una vez extendida para endurecerla y para irradiar, con el fin de endurecerlo/a, el MOS (cuando es fotoendurecible), la CPCc o la CPMc una vez colocada en las cavidades practicadas en capas de CPCb o CPMb endurecida.
10. Máquina según la reivindicación 9, capaz de aplicar en capas una CPCb o CPMb en forma de una pasta, **caracterizada por el hecho de que** comprende un pórtico (5) provisto de al menos una lámina de raspado (6) y capaz de desplazarse sobre el bastidor (4) por encima de la superficie de trabajo de tal manera que el borde libre de la lámina o láminas de raspado (6) es capaz de extender las capas de pasta de CPCb o CPMb sobre la superficie de trabajo, o la CPCb o CPMb es llevada por al menos una boquilla de distribución desplazable delante de al menos una lámina de raspado que extiende la CPCb o CPMb en una capa uniforme al pasar sobre ésta.
11. Máquina la reivindicación 9, capaz de aplicar en capas una CPCb o CPMb en forma de una suspensión, **caracterizada por el hecho de que** comprende una cubeta para rellenar con dicha suspensión, donde la plataforma de suspensión es capaz de bajar paso a paso para formar sobre ésta en cada paso una capa para irradiar, así como un raspador para asegurar que la suspensión se distribuya sobre toda la superficie por irradiar.
12. Máquina según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizada por el hecho de que** los medios para llevar al menos un MOS o una CPCc o una CPMc sobre la superficie de trabajo están constituidos por al menos una boquilla de distribución (9, 10) desplazable por encima de una cavidad correspondiente para aplicar la composición correspondiente en ella.
13. Máquina según una de las reivindicaciones 10 o 12, **caracterizada por el hecho de que** la boquilla o al menos una de las boquillas (9, 10) se alimenta con MOS o CPCb o CPMb o CPCc o CPMc por una manguera conectada a un depósito, en particular un depósito de alimentación con pistón.
14. Máquina según una de las reivindicaciones 10 o 12, **caracterizada por el hecho de que** la boquilla o al menos una de las boquillas (9, 10) se alimenta con MOS o CPCb o CPMb o CPCc o CPMc por un cartucho del que ella forma la parte superior, que contiene una reserva de MOS o CPCb o CPMb o CPCc o CPMc y que es recargable a partir de un depósito de alimentación montado o no sobre la máquina o que es reemplazable cuando se vacía por un cartucho lleno, este reemplazo pudiendo ser asegurado por un brazo robotizado.
15. Máquina según una de las reivindicaciones 10 o 12, **caracterizada por el hecho de que** la boquilla o al menos una de las boquillas (9, 10) está montada de manera desplazable:
- con ayuda de un brazo robotizado; o
  - sobre un pórtico que incluye a la vez una guía deslizante que permite desplazarlo según el eje horizontal x de la plataforma de construcción y una guía deslizante que permite desplazarlo según el eje horizontal y de la plataforma de construcción; o



- sobre un pórtico provisto de al menos una lámina de raspado para permitir su desplazamiento según el eje horizontal x de avance de la lámina de raspado, donde dicho pórtico también comprende una guía deslizante que permite desplazarlo según el eje horizontal y.

