

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 938 985**

51 Int. Cl.:

**B29C 64/124** (2007.01)

**B33Y 10/00** (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2019** **E 19450004 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2023** **EP 3702132**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación generativa basada en litografía de un componente tridimensional**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.04.2023**

73 Titular/es:  
**UPNANO GMBH (100.0%)**  
**Modecenterstrasse 22 Top Nr. D 36**  
**1030 Wien, AT**

72 Inventor/es:  
**GRUBER, PETER**

74 Agente/Representante:  
**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 938 985 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 fabricación generativa basada en litografía de un componente tridimensional

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación generativa basada en litografía de un componente tridimensional, en el que la radiación electromagnética emitida por un dispositivo de irradiación se enfoca sucesivamente sobre unos puntos focales dentro de un material, de manera que, en cada caso, se solidifica un elemento de volumen del material que se encuentra en el punto focal mediante absorción multifotónica, en el que a partir de los elementos de volumen se construye, en cada caso, una subestructura en una región de escritura del dispositivo de irradiación, y una pluralidad de subestructuras están dispuestas una junto a otra.

10 Un procedimiento para formar un cuerpo moldeado en el que se efectúa la solidificación de un material líquido fotosensible mediante absorción multifotónica es conocido, por ejemplo, por el documento DE 1011422 A1. Para ello, se irradia con un rayo láser enfocado en el baño del material fotosensible, cumpliéndose las condiciones de irradiación para un proceso de absorción multifotónica que desencadene la solidificación solo en el entorno inmediato del foco, de modo que el foco del rayo se guíe dentro del volumen del baño a las zonas que haya que solidificar en conformidad con los datos geométricos del cuerpo moldeado que se va a producir. La irradiación del baño de material se realiza en el procedimiento según el documento DE 1011422 A1 desde arriba, seleccionándose la intensidad de la radiación de tal manera que el líquido sea sustancialmente transparente para la radiación utilizada por encima del punto focal, de modo que se produzca una polimerización directa del material del baño de una forma selectiva con respecto a la ubicación dentro del volumen del baño, es decir también muy por debajo de la superficie del baño. Los dispositivos de irradiación para procedimientos de absorción multifotónica comprenden un sistema óptico para enfocar un rayo láser y un dispositivo de desviación para desviar el rayo láser. Debido a su diseño, dichos dispositivos de irradiación presentan una región de escritura limitada dentro de la cual el dispositivo de desviación mueve el rayo láser. La región de escritura predefinida es generalmente más pequeña que el volumen requerido para producir el componente. Por lo tanto, el componente debe dividirse en una pluralidad de subestructuras, que corresponden cada una a una región de escritura y que se construyen una tras otra. Después de construir una subestructura, el dispositivo de irradiación se desplaza con respecto al material para construir la siguiente subestructura y subregión se escribe inmediatamente al lado de la subregión anterior. Esta denominada "costura" puede causar una discontinuidad en la zona de unión entre dos subestructuras adyacentes, lo que forma una zona mecánicamente débil del componente.

35 Cuando se utilizan procedimientos de absorción multifotónica, existe un problema adicional en el sentido de que las estructuras solidificadas ya formadas apantallen regiones que se van a estructurar posteriormente. Esto significa que la radiación introducida en el material para realizar la solidificación tendría que atravesar en determinados casos regiones estructurales ya solidificadas para alcanzar el elemento de volumen que hay que solidificar. Los apantallamientos de este tipo pueden dar lugar a errores de estructuración.

40 En el documento EP 3093123 A1, se describe un procedimiento que evita el apantallamiento al hacer discurrir las interfaces envolventes entre subestructuras adyacentes de forma inclinada con respecto a la dirección principal de la entrada a la estructura. Las interfaces envolventes de la subestructura se extienden oblicuamente con respecto a la dirección principal de la entrada a la estructura de tal manera que se evita que las subestructuras existentes oculten o apantallen la entrada a la estructura a lo largo de la dirección principal. Por lo tanto, es posible seleccionar una profundidad comparativamente grande en términos cuantitativos a lo largo de la dirección principal para la subestructura. Por lo tanto, para producir la estructura general solo es necesario dividirla en un número comparativamente reducido de bloques de subestructuras.

Otro procedimiento para producir una estructura 3D usando litografía láser se describe en el documento DE 102017110241 A1.

50 El objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento mejorado con el que no solo se aborde el problema del apantallamiento, sino que también se mejore la susceptibilidad mecánica a la rotura del componente, provocada por el procedimiento de costura.

55 Para resolver este problema, la invención proporciona un procedimiento según la reivindicación 1. El procedimiento prevé que las subestructuras estén dispuestas una encima de otra de forma que las subestructuras superiores franqueen la o las interfaces entre subestructuras inferiores dispuestas una junto a otra. Debido al hecho de que el componente no solo se descompone en subestructuras dispuestas una junto a otra, sino también en subestructuras dispuestas una encima de otra, el espesor de las subestructuras se puede seleccionar de modo que sea más pequeño. En particular, el espesor de las subestructuras se puede seleccionar de modo que sea tan pequeño que no se produzca apantallamiento.

65 Según la invención, está previsto en la presente memoria que el componente comprenda una pluralidad de capas superpuestas, estando cada una de ellas formada por una pluralidad de subestructuras dispuestas una junto a otra, construyéndose el componente en capas, en el que las subestructuras de una capa superior franquean la o las interfaces entre subestructuras adyacentes de la capa dispuesta directamente debajo. A este respecto, para

formar una capa inferior, en primer lugar, se construyen una pluralidad de subestructuras una junto a otra antes de que las subestructuras de la capa superior siguiente se construyan directamente encima de las mismas. Como resultado, el apantallamiento se reduce significativamente o se evita por completo si las capas se forman lo suficientemente finas, dado que el apantallamiento solo se genera por la altura de una capa. Por lo tanto, la invención adopta un enfoque diferente al del documento EP 3093123 A1, en el que el componente está constituido únicamente por subestructuras dispuestas una junto a otra, es decir, por una única capa.

El procedimiento según la invención es, por lo tanto, diferente de la solución según el documento EP 3093123 A1. Para cada subestructura, no se selecciona una profundidad comparativamente grande a lo largo de la dirección principal en términos cuantitativos, sino que la profundidad de las subestructuras se limita al espesor de una capa, que a su vez se selecciona de modo que no sea superior a la profundidad de penetración carente de apantallamiento.

Por lo tanto, en el contexto de la presente invención es posible prescindir de la formación de interfaces que discurren oblicuamente con respecto a la dirección de entrada entre dos subestructuras adyacentes, con lo que se reduce el gasto de control del dispositivo de estructuración. Más bien, preferentemente las interfaces se extienden paralelamente a la dirección de entrada.

Pero, también es concebible que en el contexto de la invención como en la solución según el documento EP 3093123 A1 entre dos subestructuras adyacentes se puedan formar interfaces que discurren oblicuamente con respecto a la dirección de entrada.

La construcción en capas del componente también posibilita mejorar la estabilidad mecánica en el sentido de que las subestructuras de una capa franquean la o las interfaces entre subestructuras adyacentes de la capa inmediatamente inferior a la misma. De esta forma, se genera un desplazamiento entre las subestructuras de la capa individual, similar al desplazamiento de los ladrillos en una unión de mampostería. Mediante el desplazamiento se compensan las zonas débiles que se producen debido a las zonas de unión o interfaces entre dos subestructuras adyacentes de una capa y, en particular, se impide la propagación de grietas a lo largo de las interfaces en el componente.

En el contexto de la invención, se entiende por subestructura una región del cuerpo que se va a producir que corresponde a la región de escritura del dispositivo de irradiación y cuyo espesor medido en la dirección de entrada corresponde al espesor de una capa en el caso de una estructura en capas. Para formar una pluralidad de subestructuras, preferentemente está previsto que la región de escritura del dispositivo de irradiación se desplace transversalmente a la dirección de entrada del dispositivo de irradiación cambiando la posición relativa del dispositivo de irradiación con respecto al material para construir, después de construir una subestructura, una subestructura siguiente. En este caso, el dispositivo de irradiación se puede desplazar con respecto al material estacionario, o el material o el recipiente que aloja el material se puede desplazar con respecto al dispositivo de irradiación estacionario.

Si, en el contexto de la invención, se abordan subestructuras dispuestas una junto a otra, esto significa que la región de escritura del dispositivo de irradiación se desplaza transversalmente a la dirección de entrada, tal como se ha descrito anteriormente, para producir en primer lugar una y después la otra de las subestructuras dispuestas una junto a otra. Las subestructuras dispuestas una junto a otra son, por lo tanto, subestructuras que están unidas directamente entre sí transversalmente a la dirección de entrada del dispositivo de irradiación.

Preferentemente, está previsto que la interfaz entre capas superpuestas sea plana en toda su extensión. Las subestructuras adyacentes que forman una capa tienen así el mismo espesor, dando como resultado una capa de espesor uniforme. Las capas, a este respecto, se extienden transversalmente a la dirección de entrada.

Alternativamente, sin embargo, la interfaz entre subestructuras superpuestas también puede ser escalonada. En particular, es ventajoso si una subestructura superior tiene una superficie en su parte inferior que presenta un escalón en la interfaz entre dos subestructuras inferiores. Además, es ventajoso si una subestructura inferior tiene una superficie en su lado superior que presenta un escalón en la interfaz entre dos subestructuras superiores. Debido a dicha configuración escalonada, el espesor de una subestructura adyacente aparece más profundo por la altura del escalón, por lo que el efecto de apantallamiento se puede reducir aún más o el espesor de las subestructuras se puede aumentar por la altura del escalón sin empeorar las condiciones de apantallamiento.

En este contexto, una forma de realización ventajosa prevé que la altura del escalón se seleccione entre el 10 y el 50%, en particular entre el 20 y el 40% del espesor (medido en la dirección de la altura) de la subestructura.

Para lograr una estabilidad mecánica satisfactoria del componente, el desplazamiento de las subestructuras superpuestas se diseña preferentemente de tal manera que las subestructuras se superpongan o se solapen de forma suficiente. Una forma de realización preferida prevé que dos subestructuras inferiores adyacentes en una interfaz están solapadas respectivamente en por lo menos el 10%, preferentemente en por lo menos el 30%, de forma particularmente preferida en por lo menos el 40%, en particular en el 50% por la estructura superior que franquea esta interfaz.

Para evitar que una subestructura ya construida apantalle las regiones vecinas de una subestructura adyacente de la misma capa, preferentemente se prevé que el espesor de las subestructuras y/o de las capas sea inferior a 100  $\mu\text{m}$ , preferentemente inferior a 50  $\mu\text{m}$ , preferentemente inferior a 30  $\mu\text{m}$ , en particular inferior a 10  $\mu\text{m}$ . En particular, el espesor de las subestructuras y/o de las capas es como máximo de 10  $\mu\text{m}$  con una apertura numérica del sistema de irradiación de 1,4, como máximo de 30  $\mu\text{m}$  con una apertura numérica del sistema de irradiación de 0,8 y como máximo 50  $\mu\text{m}$  con una apertura numérica del sistema de irradiación de 0,4.

Las subestructuras individuales se pueden construir en capas, es decir, están constituidas por varias capas.

Un modo de procedimiento particularmente preferido resulta cuando el material está presente en un soporte de material, tal como, por ejemplo, en una cuba, y la irradiación del material se realiza desde abajo a través del soporte de material que es por lo menos por regiones transparente a la radiación. A este respecto, una plataforma de construcción se puede disponer a una distancia del soporte de material y el componente se puede construir sobre la plataforma de construcción por solidificación del material que se encuentra entre la plataforma de construcción y el soporte de material. Alternativamente, no obstante, también es posible efectuar la irradiación del material desde arriba.

La estructuración de un material adecuado por medio de absorción multifotónica ofrece la ventaja de una resolución estructural extremadamente alta, por lo que se pueden lograr elementos de volumen con tamaños de estructura mínimos de hasta 50 nm x 50 nm x 50 nm. Sin embargo, debido al pequeño volumen del punto focal, el rendimiento de dicho procedimiento es muy bajo, ya que, por ejemplo, para un volumen de 1 mm<sup>3</sup> deben irradiarse en total más de 10<sup>9</sup> puntos. Esto da lugar a tiempos de construcción muy largos, que es la razón principal del reducido uso industrial de los procedimientos de absorción multifotónica.

Para aumentar el rendimiento del componente sin perder la posibilidad de una alta resolución estructural, un desarrollo preferido de la invención prevé que el volumen del punto focal varíe por lo menos una vez durante la construcción del componente, de modo que el componente se construya a partir de elementos de volumen solidificados de diferentes volúmenes.

Debido al volumen variable del punto focal, son posibles resoluciones altas (en caso de un volumen de punto focal pequeño). Simultáneamente se puede alcanzar (en caso de un volumen de punto focal grande) una alta velocidad de escritura (medida en mm<sup>3</sup>/h). Mediante la variación del volumen del punto focal, se puede combinar una alta resolución con un alto rendimiento. La variación del volumen del punto focal se puede utilizar, por ejemplo, de tal manera que se use un volumen de punto focal grande dentro del componente que se va a construir para aumentar el rendimiento, y se use un volumen de punto focal más pequeño en la superficie del componente para formar la superficie del componente con alta resolución. Un aumento del volumen del punto focal posibilita un mayor rendimiento de estructuración, ya que aumenta el volumen de material solidificado en un proceso de irradiación. Para mantener una alta resolución con un alto rendimiento, se pueden usar volúmenes de punto focal pequeños para estructuras y superficies más finas, y volúmenes de punto focal más grandes para estructuras gruesas y/o para el relleno de espacios interiores.

En un modo de procedimiento preferido, la variación del volumen focal se realiza de tal manera que la relación en volumen entre el volumen del punto focal más grande durante la fabricación de un componente y el volumen del punto focal más pequeño es de por lo menos 2, preferentemente de por lo menos 5.

El principio de absorción multifotónica se utiliza en el contexto de la invención para iniciar un proceso fotoquímico en el baño de material fotosensible. Los procedimientos de absorción multifotónicos también comprenden, por ejemplo, procedimientos de absorción de 2 fotones. Como resultado de la reacción fotoquímica, se produce el cambio del material a por lo menos a otro estado, produciéndose normalmente una fotopolimerización. El principio de la absorción multifotónica se basa en que el proceso fotoquímico mencionado solo tiene lugar en aquellas regiones de la trayectoria del rayo en las que la densidad de fotones es suficiente para la absorción multifotónica. La mayor densidad de fotones se produce en el foco del sistema de imagen óptica, de modo que la absorción multifotónica se produzca con suficiente probabilidad solo en el punto focal. Fuera del punto focal, la densidad de fotones es inferior, por lo que la probabilidad de absorción multifotónica fuera del punto focal es demasiado pequeña como para causar un cambio irreversible en el material por medio de una reacción fotoquímica. La radiación electromagnética puede pasar a través del material prácticamente sin obstáculos en la longitud de onda utilizada, y existe una interacción entre el material fotosensible y la radiación electromagnética solo en el punto focal. El principio de la absorción multifotónica se describe, por ejemplo, por Zipfel et al, "Nonlinear magic: multiphoton microscopy in the biosciences", NATURE BIOTECHNOLOGY, VOLUMEN 21, NÚMERO 11, NOVIEMBRE DE 2003.

La fuente de radiación electromagnética puede ser preferentemente un rayo láser colimado. El láser puede emitir una o más longitudes de onda fijas o variables. En particular, es un láser continuo o pulsado con longitudes de pulso en el intervalo de nanosegundos, picosegundos o femtosegundos. Un láser de femtosegundos pulsado ofrece la ventaja de que es necesaria una potencia media más baja para la absorción multifotónica.

Se entiende por material fotosensible cualquier material fluido en condiciones de construcción y que pase a un segundo estado por medio de absorción multifotónica en el volumen del punto focal, por ejemplo, por medio de polimerización. A este respecto, el cambio de material debe limitarse al volumen del punto focal y su entorno inmediato. El cambio en las propiedades de la sustancia puede ser permanente y consistir, por ejemplo, en un cambio de estado líquido a sólido, pero también puede ser solo temporal. Un cambio permanente también puede ser reversible o irreversible. El cambio en las propiedades del material no necesariamente tiene que ser pasar completamente de un estado a otro, sino que también puede ser a una forma mixta de ambos estados.

La potencia de la radiación electromagnética y el tiempo de irradiación influyen en la calidad del componente producido. El volumen del punto focal se puede variar dentro de un intervalo estrecho ajustando la potencia de radiación y/o el tiempo de irradiación. A potencias de radiación demasiado altas se producen procesos adicionales que pueden provocar daños en el componente. Si la potencia de radiación es demasiado baja, no puede configurarse ningún cambio permanente en las propiedades del material. Por lo tanto, para cada material fotosensible existen parámetros típicos del proceso de construcción que están asociados con buenas propiedades del componente.

Sin embargo, la variación del volumen del punto focal descrita anteriormente no se basa en un cambio en la intensidad de la radiación electromagnética utilizada. Más bien, se utiliza la intensidad de radiación (óptima) seleccionada para el proceso de construcción, que se mantiene inalterada durante la construcción del componente. Por lo tanto, el procedimiento se lleva a cabo preferentemente realizando un cambio en el volumen del punto focal y manteniendo igual la intensidad de radiación, adaptándose en consecuencia la potencia media de la radiación electromagnética utilizada.

Se entiende como volumen del punto focal, por lo tanto, el volumen de un punto irradiado después de la etapa de preparación con los parámetros típicos del proceso de construcción. El cambio en el volumen del punto focal descrito anteriormente significa un cambio en la distribución de intensidad espacial en el punto focal. A este respecto, la distribución de intensidad espacial del punto focal se puede cambiar tanto en una como en varias direcciones. Por ejemplo, mediante la reducción de la apertura numérica efectiva del sistema de imágenes ópticas se puede aumentar la distribución de intensidad en las tres direcciones espaciales. Cuando se utiliza un elemento óptico de difracción, el enfoque se puede cambiar a una línea o una superficie, o se puede aumentar el número de puntos focales.

Una serie de posibilidades de instrumentación para cambiar el volumen del punto focal se describen en el documento WO 2018/006108 A1.

Preferentemente, se prevé que la modificación del volumen del punto focal se produzca en por lo menos una, preferentemente dos, en particular en tres direcciones espaciales perpendiculares entre sí.

En particular, la radiación electromagnética se puede desviar por medio de una unidad de desviación, con el fin de ajustar el punto focal en un plano que se extiende de manera sustancialmente perpendicular a la dirección de entrada dentro de la región de escritura.

La invención se explica con más detalle a continuación con referencia a ejemplos de formas de realización que se muestran esquemáticamente en las figuras. En los mismos, la figura 1 muestra una representación esquemática de un procedimiento convencional para construir un componente tridimensional, la figura 2 muestra un procedimiento según la invención, la figura 3 muestra una forma de realización modificada del procedimiento según la figura 2, la figura 4 muestra otra forma de realización modificada del procedimiento según la figura 2, la figura 5 otra forma de realización modificada del procedimiento según la figura 2, la figura 6 otra forma de realización modificada del procedimiento según la figura 2 y la figura 7 y la figura 8 otras formas de realización modificadas.

En la figura 1, se muestra esquemáticamente en sección transversal una unidad óptica 1 de un dispositivo de irradiación, que presenta una dirección de entrada 2. La dirección de entrada 2 indica la dirección en la que se emite la radiación electromagnética desde el dispositivo de irradiación sobre el componente 3 que se va a construir en el ajuste básico. El dispositivo de irradiación presenta una región de escritura con una extensión 4 que corresponde a la anchura dentro de la cual puede enfocarse la radiación emitida sobre los puntos focales 5 dentro del material que se va a solidificar por medio de la radiación. Para poder enfocar sucesivamente diferentes focos dentro de la región de escritura, el dispositivo de irradiación comprende una unidad que no se muestra en detalle, tal como, por ejemplo, una unidad de desviación. Si la unidad mencionada está diseñada para cambiar la dirección de irradiación, el término "dirección de entrada" debe entenderse como la dirección de entrada principal del dispositivo de irradiación en la posición básica.

Dado que la extensión 4 de la región de escritura no es suficiente para producir el componente completo, el componente se construye a partir de una pluralidad de subestructuras 6 dispuestas una junto a otra. A este respecto, el procedimiento puede ser tal que la subestructura 6 se construya a partir de una pluralidad de capas 9 en dirección de la altura. En primer lugar, se forma una primera subestructura 6, que se encuentra dentro de la

región de escritura del dispositivo de irradiación. A continuación, la región de escritura se desplaza lateralmente desplazando el dispositivo de irradiación con respecto al componente 3 o desplazando el componente 3 con respecto al dispositivo de irradiación para construir una segunda subestructura 6 junto a la primera subestructura 6. Esto se repite hasta que se haya compuesto el componente 3 terminado a partir de todas las subestructuras. Un componente construido de esta manera posee zonas mecánicamente débiles en las interfaces 7 entre subestructuras 6 dispuestas una junto a otra.

Además, se produce apantallamiento cuando se supera una determinada altura, medida en la dirección de entrada, de una subestructura 6. Esto significa que una subestructura 6 ya construida puede apantallar el rayo procedente de la unidad óptica 1 y dirigido a un punto focal dentro de la subestructura adyacente dispuesta a la izquierda de la anterior, tal como se muestra esquemáticamente mediante la línea 8. En la región delimitada por la línea 8, se producen por lo tanto errores de estructuración que deben evitarse.

En la figura 2, se puede observar que el componente 3 según el procedimiento según la invención se construye de nuevo a partir de una pluralidad de subestructuras 6, estando dispuestas ahora las subestructuras 6 no solo una junto a otra, sino también una encima de otra. En la forma de realización según la figura 2, las subestructuras 6 están dispuestas en unas capas 10 que están dispuestas una encima de otra de manera que la interfaz 11 entre las capas 10 superpuestas sea plana en toda su extensión. Debido al hecho de que el componente 3 está compuesto por una pluralidad de subestructuras 6 no solo en dirección lateral sino también en la dirección de la altura, cada subestructura 6 individual puede formarse con una altura reducida para evitar apantallamientos. Además, esto abre la posibilidad de desplazar las subestructuras 6 de las capas individuales 10 lateralmente entre sí, de modo que las subestructuras 6 superiores franqueen las interfaces 7 entre subestructuras 6 dispuestas una junto a otra y que se encuentran directamente debajo. En la forma de realización según la figura 2, el desplazamiento lateral es la mitad de la anchura de las subestructuras individuales 6, de modo que dos subestructuras 6 inferiores adyacentes en una interfaz 7 están solapadas cada una en un 50% por la subestructura superior 6 que franquea esta interfaz 7.

En la forma de realización modificada que se muestra en la figura 3, el desplazamiento es solo del 10%.

Mientras que las interfaces 7 entre subestructuras 6 dispuestas una junto a otra se extienden paralelas a la dirección de entrada 2, la figura 4 muestra varias posibilidades alternativas, a saber, interfaces 7 curvas y escalonadas que se extienden oblicuamente a la dirección de entrada 2. De esta forma se pueden evitar adicionalmente apantallamientos.

La figura 5 muestra otra forma de realización modificada, en la que las subestructuras 6 superpuestas no están dispuestas en capas, sino según una disposición escalonada. Las subestructuras 6 presentan cada una en su lado inferior y en su lado superior una superficie que tiene un escalón en la zona en la que está prevista una interfaz 7 entre subestructuras dispuestas por debajo de la misma o entre subestructuras dispuestas por encima de la misma. Debido a una configuración escalonada de este tipo, la parte sobresaliente b de la altura a de una subestructura 6 relevante para el apantallamiento es más baja que en una forma de realización según la figura 2, de modo que se evita el apantallamiento de manera aún más eficaz o la altura de las subestructuras se puede aumentar sin incrementar el riesgo de apantallamiento.

La figura 6 muestra una disposición alternativa de las subestructuras 6, en la que las interfaces 11 entre subestructuras 6 superpuestas o, respectivamente, entre las capas 10 ahora no se extienden en ángulo recto con respecto a la dirección de entrada 2, sino oblicuamente en un ángulo de 45° como máximo, preferentemente de 30° como máximo con respecto a la dirección de entrada 2.

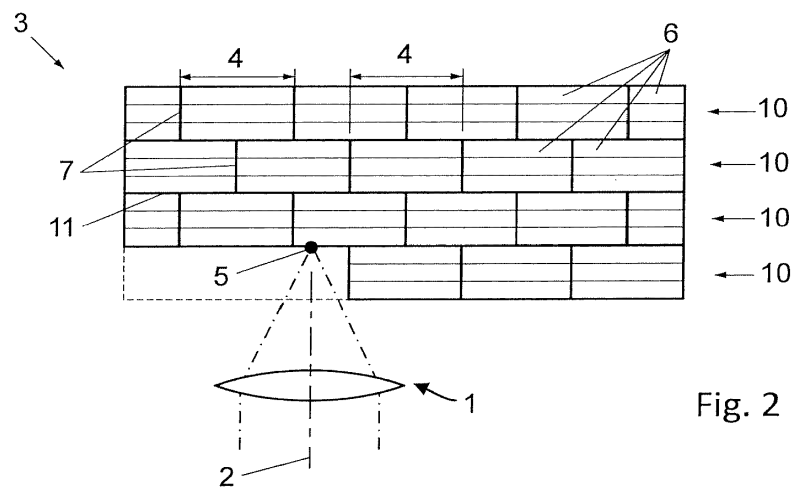
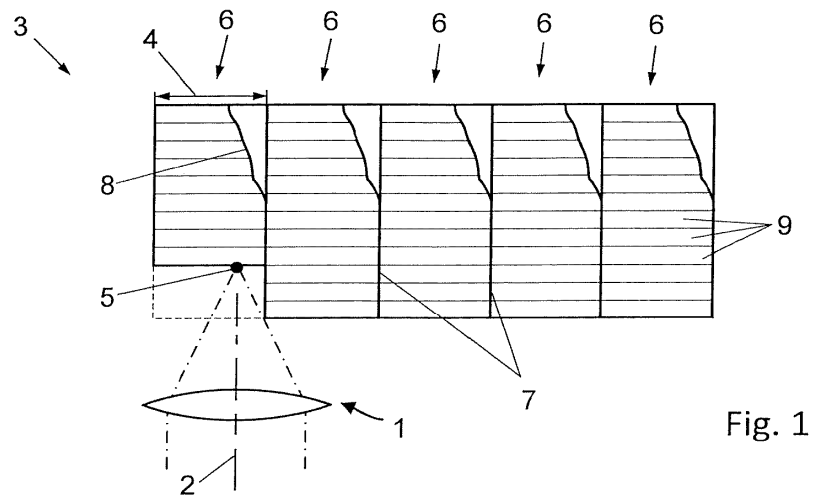
La figura 7 muestra otra posibilidad de disposición según la invención de las subestructuras 6. Las subestructuras 6 tienen en este caso una sección transversal hexagonal, lo que da como resultado una disposición en panal de subestructuras dispuestas una junto a otra y una encima de otra.

En la forma de realización según la figura 8, las subestructuras 6 tienen forma de cruces.

Cabe señalar que las subestructuras 6, tal como se muestra en las figuras 1 a 8, están representadas únicamente por contornos que indican la región espacial en la que tiene lugar la solidificación de los elementos de volumen dentro de la respectiva subestructura, sin que se represente una estructuración determinada. Naturalmente, en el transcurso de la producción de un componente con la geometría deseada correspondiente, no todos los elementos de volumen dentro de una subestructura tienen que solidificarse, sino que pueden permanecer libres regiones de volumen dentro de las subestructuras.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación generativa basada en litografía de un componente (3) tridimensional, en el que la radiación electromagnética emitida por un dispositivo de irradiación se enfoca sucesivamente sobre unos puntos focales (5) dentro de un material, de manera que, en cada caso, se solidifica un elemento de volumen del material que se encuentra en el punto focal por medio de absorción multifotónica, en el que a partir de los elementos de volumen se construye, en cada caso, una subestructura (6) en una región de escritura del dispositivo de irradiación, y una pluralidad de subestructuras están dispuestas una junto a otra, en el que el componente comprende varias capas (10) superpuestas, estando cada una de ellas formada por una pluralidad de subestructuras dispuestas una junto a otra, caracterizado por que el componente se construye en capas, construyendo en primer lugar una pluralidad de subestructuras una junto a otra para formar una capa inferior, después de lo cual se construyen directamente sobre la misma las subestructuras de una capa superior, que franquean la o las interfaces (7) entre unas subestructuras adyacentes de la capa dispuesta directamente debajo.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la interfaz (11) entre capas superpuestas es plana en toda su extensión.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la interfaz entre subestructuras superpuestas es escalonada.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la región de escritura del dispositivo de irradiación se desplaza cambiando la posición relativa del dispositivo de irradiación con respecto al material transversalmente a la dirección de entrada del dispositivo de irradiación para construir, después de que se haya construido una subestructura, una subestructura siguiente.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que dos subestructuras inferiores adyacentes en una interfaz están solapadas, en cada caso, en por lo menos el 10%, preferentemente por lo menos el 30%, de forma particularmente preferida por lo menos el 40%, en particular el 50% por la subestructura superior que franquea esta interfaz.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el espesor de las subestructuras y/o de las capas es inferior a 100  $\mu\text{m}$ , preferentemente inferior a 50  $\mu\text{m}$ , preferentemente inferior a 30  $\mu\text{m}$ , en particular inferior a 10  $\mu\text{m}$ .
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el material está dispuesto en un soporte de material, tal como, por ejemplo, en una cuba, y la irradiación del material se realiza desde abajo a través del soporte de material que es por lo menos parcialmente transparente a la radiación.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que una plataforma de construcción está posicionada a distancia del soporte de material y el componente se construye sobre la plataforma de construcción por solidificación del material que se encuentra entre la plataforma de construcción y el soporte de material.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el volumen del punto focal se varía por lo menos una vez durante la construcción del componente, de manera que el componente se construye a partir de elementos de volumen solidificados de diferentes volúmenes.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que el cambio en el volumen del punto focal tiene lugar en por lo menos una, preferentemente dos, en particular en tres direcciones espaciales perpendiculares entre sí.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que la radiación electromagnética se desvía por medio de una unidad de desviación, con el fin de ajustar el punto focal dentro de la región de escritura en un plano que se extiende de manera sustancialmente perpendicular a la dirección de entrada.





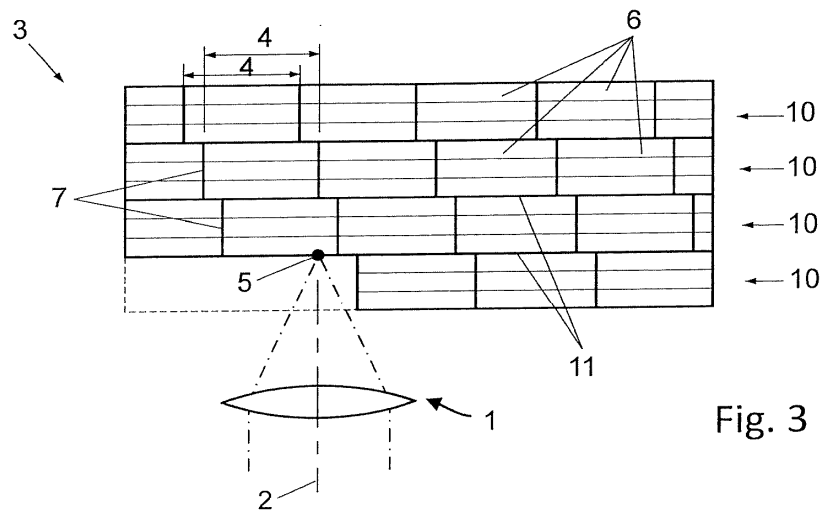


Fig. 3

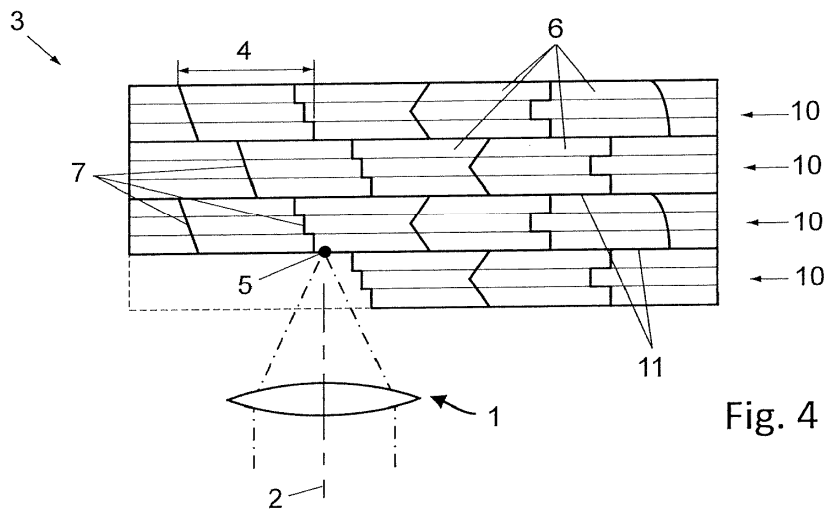


Fig. 4

