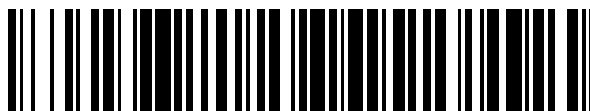


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 852 900**

51 Int. Cl.:

**B33Y 10/00** (2015.01)

**B23P 15/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.02.2019** **PCT/EP2019/053082**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.08.2019** **WO19154957**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2019** **E 19705304 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2020** **EP 3658328**

54 Título: **Método para producir un componente estructural a partir de un material de aleación de alta resistencia**

30 Prioridad:

**09.02.2018 DE 102018102903**

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

**14.09.2021**

73 Titular/es:

**OTTO FUCHS - KOMMANDITGESELLSCHAFT - (100.0%)**

**Derschlager Straße 26**  
**58540 Meinerzhagen, DE**

72 Inventor/es:

**MEINERS, FRANK;**  
**KWIATKOWSKI, LUKAS y**  
**BAMBACH, MARKUS**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

ES 2 852 900 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Método para producir un componente estructural a partir de un material de aleación de alta resistencia

5 La invención se refiere a un método para producir un componente estructural de una pieza que tiene diferentes secciones de componentes para formar una estructura más grande, como se usa típicamente en la tecnología aeroespacial, a partir de un material de aleación de alta resistencia. Un método de este tipo se conoce a partir del documento US 2007/084905 A1.

10 Los componentes estructurales con diferentes secciones de componentes son partes que están estructuradas en sí mismas y, como tales, están o pueden estar involucradas en la construcción de una estructura más grande. Los componentes estructurales de este tipo están diseñados como una pieza y se usan, por ejemplo, en la tecnología aeroespacial, por ejemplo, como costillas, bastidores, rieles de guía para flaps, y similares. Para este fin, se usan materiales de aleación de alta resistencia, tal como materiales de aluminio de alta resistencia o materiales de titanio. Los compo-  
15 nentes estructurales hechos de materiales de titanio están reemplazando cada vez más a los componentes hechos de aleaciones de aluminio de alta resistencia debido a que tienden a corroerse cuando entran en contacto con componentes de plástico reforzado con fibra de carbono. Los componentes de plástico reforzado con fibra de carbono se usan cada vez más en aeronaves. Dicho componente estructural hecho de un material de titanio se produce mecanizando una preforma forjada. Se prefiere el forjado en la región ( $\alpha + \beta$ ) al forjado isotérmico de precisión en la región  $\beta$   
20 de la aleación debido a las temperaturas de proceso más bajas y al menor gasto del sistema. Debido a la alta resistencia a la deformación de este material -lo mismo también se aplica básicamente a otros materiales de aleación de alta resistencia, tales como las aleaciones a base de níquel y las aleaciones a base de cobalto- a menudo se requiere una tolerancia muy grande debido a que el proceso de forja afecta la pieza de trabajo a nivel mundial. En el contexto de los componentes estructurales diseñados con una complejidad creciente, los costos de las herramientas, el desgaste de las herramientas y la susceptibilidad a errores aumentan en la producción de dichos componentes estructurales estructurados. Por esta razón, la formación del conformado a la forma final se desplaza a procesos de mecanizado posteriores, lo que a su vez conduce al hecho de que la utilización del material es a veces solo del 40 % o menos, y para algunos componentes solo aproximadamente 10 % del material usado originalmente. Además de los altos costos de mecanizado, la baja utilización de material aumenta el costo de los componentes estructurales fabricados.

30 Se conocen métodos generativos para producir objetos específicos. En comparación con el método descrito anteriormente para producir componentes estructurales, el uso del material se puede optimizar produciendo dichos componentes estructurales usando un método de producción generativa. Sin embargo, es problemático que en muchos casos la resistencia mecánica de los objetos fabricados mediante métodos generativos no cumpla con los requisitos de carga deseados. El documento DE 10 2014 012 480 B4 describe un método para producir el paletaje de una turbomáquina. En este método, las palas individuales se forman en un soporte de palas prefabricado mediante un método de producción generativa. El soporte de palas es de tipo convencional con un área de base circular y un orificio de cojinete axial. En este método anteriormente conocido, se usa el método de producción generativa para poder producir la geometría a veces complicada de las palas del paletaje.

40 Un método similar se conoce a partir del documento DE 10 2006 049 216 A1. El método descrito en esta técnica anterior se usa para producir un rotor de turbina, en donde el rotor de turbina tiene un sistema de canal interno para enfriamiento por aire. En este método, se ha generado al menos una sección del rotor de turbina mediante un método de producción generativa. De acuerdo con una modalidad preferida, todo el rotor de turbina se ha producido mediante  
45 un método de producción generativa.

El documento EP 3 251 787 A1 describe un método para producir un componente de una máquina giratoria. El método descrito en este documento no se usa para producir un componente estructural. En el método descrito en este documento, se prepara una pieza laminar como sustrato, por ejemplo mediante forjado. En el componente a producir, es necesario prever canales en la dirección radial desde un agujero central hacia el exterior. Dado que no es posible introducir canales durante la etapa de forjado, este método anteriormente conocido proporciona una etapa de procesamiento sustractivo en la que algunos de los canales se introducen en la pieza forjada en relación con el diámetro de la misma. Esta etapa de procesamiento introduce ranuras en la superficie superior. Estos medios canales se cierran mediante la producción generativa posterior.

55 Lo mismo se aplica al documento WO 2017/196605 A1. El cuerpo producido mediante el uso del método descrito en este documento tampoco es un componente estructural, sino un cuerpo de válvula. En este método anteriormente conocido, la etapa de fabricación aditiva se usa para realizar geometrías de conexión específicas del cliente.

60 El documento US 2016/0010469 A1 describe un método para producir un rotor. En el método descrito en este documento, el cubo se produce primero, específicamente usando una placa sobre la que se aplican las palas en capas mediante un método generativo. Con respecto al cubo, solo se describe que este cubo se produce usando un método convencional. Con respecto a las palas, se describe que las palas producidas usando un método generativo pueden producirse en porciones de diferentes materiales.

65

El documento US 2007/0084905 A1 se refiere a una pieza laminar de chapa metálica estructurada, lo que se conoce como una pieza laminar a medida. Varias porciones de componentes prefabricadas están dispuestas sobre una placa de base que actúa como sustrato y están conectadas entre sí mediante soldadura por fricción. La producción generativa no se describe en este documento de la técnica anterior.

El documento US 2015/0247474 A1 describe un pistón para un motor de combustión interna que tiene un canal de enfriamiento en la región de la corona del pistón. El canal de enfriamiento se introduce parcialmente en la corona del pistón de forma similar a la descrita anteriormente para el documento EP 3 251 787 A1. La ranura producida de esta manera se cierra luego mediante producción generativa. Este componente tampoco es un componente estructural. Además, existe una división en cuanto a qué regiones se producen de manera generativa y cuáles no, según el perfil de requisitos relevante.

El documento US 2015/0231690 A1 describe un método para producir un rotor de turbina. Debido al tamaño de un rotor de turbina de este tipo, generalmente se puede formar sólo inadecuadamente en su forma deseada mediante forjado. Por lo tanto, las regiones que no se han rellenado en el troquel se complementan con material, específicamente mediante la aplicación de material.

El documento US 2011/0127315 A1 describe un método para sujetar un collar a un objeto tubular. Esto se lleva a cabo mediante soldadura por deposición. También en esta técnica anterior, la porción que forma el collar se realiza mediante soldadura por deposición exclusivamente por motivos geométricos, ya que esto no es posible en la fabricación del tubo.

El documento US 2 491 878 A describe un cilindro para un motor de combustión interna en el que las aletas de enfriamiento están formadas en el exterior por devanados de alambre soldados al mismo. Esto no es nada diferente de la producción de los collares en el objeto del documento US 2011/0127315 A1.

El documento EP 2 962 788 A1 se refiere al desarrollo de un proceso generativo, concretamente al hecho de que después de cada capa de aplicación, la capa producida se somete a un proceso de laminación.

Los métodos de producción generativos también se usan, por ejemplo, para reforzar partes de un componente que están sujetas a cargas más altas mediante la aplicación de un material. Este refuerzo se puede realizar en forma de costillas, malla o elementos planos de diferentes grosores sobre la superficie. Estas secciones de componentes producidas de manera generativa se usan exclusivamente con fines de refuerzo.

En estos métodos anteriormente conocidos, se usa un método de producción generativa para la producción de componentes específicos, particularmente con geometrías que no se podrían producir o que solo podrían producirse con un mayor gasto usando otros métodos de producción, y que también son adecuadas para la producción de piezas individuales o pequeñas piezas en serie. En este caso, solo se producen de manera generativa aquellas secciones de componentes que no podrían producirse con las etapas de producción convencionales o solo podrían producirse con un gasto inaceptable.

Partiendo de esta técnica anterior descrita, el problema abordado por la invención es, por los tanto, el de proponer un método para producir un componente estructural, que tenga diferentes estructuras, a partir de un material de aleación de alta resistencia, por ejemplo, una aleación de titanio, con el que dicho componente estructural no solo se puede producir mediante una etapa de forjado, sino que también evita al menos en gran medida las desventajas indicadas anteriormente con respecto a la técnica anterior.

De acuerdo con la invención, este problema se resuelve mediante un método descrito inicialmente del tipo en cuestión, en el que

- el componente estructural a producir se divide en al menos dos secciones de componentes que se diferencian con respecto a sus perfiles de requisitos cuando el componente estructural se usa posteriormente, en donde una sección de componentes en forma de segmento principal debe cumplir con un perfil de requisitos más alto con respecto a cargas que se producen cuando se usa el componente estructural, y la al menos otra sección del componente debe cumplir un perfil de requisitos más bajo,

- en una primera etapa de producción para producir el segmento principal con los requisitos más altos, una pieza laminar se lleva a un conformado próximo a la forma final o conformado a la forma final por medio de un proceso de conformación maciza en algunas regiones,

- para formar la al menos una sección de componentes con el perfil de requisitos más bajo, en al menos una región superficial del segmento principal en forma de sustrato, que aún no se ha llevado a su conformado próximo a la forma final o conformado a la forma final por medio del proceso de conformación maciza, en al menos una etapa siguiente dicha sección de componentes se une a la región superficial provista de la pieza laminar por medio de un método de producción generativa para llevar también las regiones antes mencionadas del segmento principal conformado de manera maciza a un conformado próximo a la forma final, y

- el producto semiacabado producido de esta manera, como una preforma completa, se lleva luego a su conformado a la forma final en una o más etapas.

El término "componente estructural" usado en el contexto de esta modalidad se refiere a cualquier componente que tenga una pluralidad de estructuras, particularmente diferentes, en forma de secciones de componentes y, por tanto, las combine. Tal componente estructural ha recibido su estructura final de la suma de las secciones de componentes individuales. Al menos una estructura de dicho componente estructural denominado sección de componentes o segmento principal se ha formado mediante conformación maciza. La al menos otra sección de componentes se aplica a la sección de componentes conformada de manera maciza por medio de un método de producción generativa y, por lo tanto, se moldea sobre ella. Por lo tanto, el término "componente estructural" se refiere a aquellos componentes que son componentes estructurales en el sentido más estricto y, por lo tanto, están involucrados o pueden estar involucrados en la construcción de estructuras más grandes, tales como costillas, perfiles o bastidores.

El componente estructural producido de acuerdo con el método de acuerdo con la invención es, en última instancia, de una sola pieza, como se desea para componentes estructurales muy cargados, pero ciertas secciones de componentes - estructuras individuales (secciones de componentes) del componente estructural - se fabrican básicamente de forma independiente una de la otra. Por lo tanto, cada sección de componentes puede producirse con un método, con el que se pueden cumplir los requisitos impuestos a dicha sección de componente, de acuerdo con las circunstancias, particularmente de manera rentable o también con respecto a sus propiedades. Esto no significa que cada sección de componentes deba producirse necesariamente mediante el uso del método de producción que proporciona un óptimo de las propiedades deseadas. En cambio, la atención se centra en el hecho de que, debido a la producción de varias piezas, a diferencia de los componentes estructurales de este tipo producidos como una pieza, las secciones de componentes individuales solo tienen que cumplir con requisitos más bajos y, por lo tanto, pueden producirse usando otros, generalmente métodos de producción más rentables o más fáciles de ejecutar. Por tanto, estas secciones de componentes adicionales producidas por separado de la primera sección de componentes - el segmento principal - pueden ser piezas de fundición, piezas forjadas, piezas producidas por un método generativo o similares. Además, existe la opción de producir una o más de estas secciones de componentes adicionales usando un método de producción generativa, específicamente usando la primera sección de componentes como un sustrato, sobre el cual las secciones de componentes adicionales se genera(n) directamente por tal método de producción generativa.

Por lo tanto, este componente estructural estructurado por diferentes secciones de componentes se divide en sus secciones de componentes, en donde al menos los requisitos para el segmento principal difieren de los de las secciones de componentes adicionales para el uso previsto del componente estructural. Por lo tanto, la interfaz entre dos secciones de componentes no está formada fundamentalmente por la geometría de las estructuras individuales del componente estructural a producir, sino por los diferentes requisitos impuestos a las diferentes secciones de componentes.

La primera sección del componente -el segmento principal- se produce mediante conformación maciza. Un segmento principal con propiedades de alta resistencia dinámica y estática se puede producir mediante conformación maciza. Los posibles procesos de conformación maciza son básicamente extrusión, laminado anular o forjado. La conformación maciza se lleva a cabo típicamente a temperaturas elevadas.

El componente estructural producido de esta manera y que tiene diferentes secciones de componentes es típicamente el resultado de diferentes procesos de producción o conformado, en donde diferentes secciones de componentes del componente estructural se producen básicamente usando diferentes rutas de proceso, de modo que dicho componente estructural estructurado se puede llamar un componente estructural híbrido con respecto a su producción. Es importante que, antes de la producción real de dicho componente estructural, se definan primero las diferentes secciones de componentes, en donde las secciones de componentes difieren con respecto al perfil de requisitos que se les impone, por ejemplo, con respecto al perfil de requisitos mecánicos impuesto en secciones de componentes individuales. Dicho perfil de requisitos para una sección de componentes cuando se aplica o usa el componente estructural se relaciona principalmente con el perfil de requisitos con respecto a las cargas mecánicas, tales como resistencias, dureza, resistencia a la fatiga y similares. En el caso de un componente estructural, se puede prever que una sección del componente central--el segmento principal--deba soportar una carga mecánica mayor, mientras que otras secciones de componentes moldeadas sobre él solo deben cumplir un perfil de requisitos mecánicos más bajo. Las secciones de componentes que deben cumplir un perfil de requisitos más alto, particularmente mecánico, se llevan a un conformado próximo a la forma final o un conformado a la forma final por medio de conformación maciza, tal como forjado, al menos en la medida en que la menor cantidad de material posible, si es necesario, debe eliminarse mediante mecanizado para ajustar el conformado a la forma final. En dichos componentes estructurales, estas secciones de componentes representan típicamente el segmento principal. Al menos una sección de componentes está moldeada sobre este segmento principal formado por conformación maciza; típicamente, una pluralidad de secciones de componentes, sobre las que sólo actúa una carga mecánica menor cuando se usa posteriormente el componente estructural, se moldea sobre tal segmento principal. Por lo tanto, estas secciones de componentes solo deben cumplir con un perfil de requisitos más bajo. Dichas una o más secciones de componentes adicionales se pueden aplicar o moldear sobre una región superficial lateral del segmento principal por medio de un método de producción generativa. Estos pueden ser extensiones, tales como puntos de conexión, costillas, asientos para componentes, por ejemplo, sensores o simi-

lares. Estas secciones de componentes generadas, por ejemplo, mediante un método de producción generativa, pueden tener una extensión local o pueden conformarse circunferencialmente tanto en la dirección transversal como en la dirección longitudinal del segmento principal sobre la totalidad o parte de dicha extensión. Estas secciones de componentes son principalmente responsables de la complejidad de la forma de dichos componentes estructurales. Por ejemplo, mediante la aplicación generativa de un material de aleación de alta resistencia, incluso las geometrías complicadas se pueden producir sin una gran tolerancia, especialmente aquellas geometrías que no se pueden formar en su totalidad mediante forjado como un proceso de conformación maciza ilustrativo del componente estructural, por ejemplo, secciones recortadas. A este respecto, regiones específicas de la superficie lateral de la sección de componentes forjado forman el sustrato, sobre el que se producen las secciones de componentes fabricadas de manera aditiva.

Si, además del segmento principal, se proporcionan diferentes secciones de componentes en dicho componente estructural, también se pueden producir en diferentes rutas de proceso y conectarse al segmento principal. Por ejemplo, dependiendo de la estructura a formar como sección de componentes y sus requisitos a cumplir, es posible producir una o más secciones de componentes moldeadas sobre el segmento principal por medio de un método de producción generativa.

Cuando se definen las secciones de componentes a moldear en el segmento principal, la interfaz entre el segmento principal y dicha sección del componente se determinará en una posición del componente estructural, en la que el segmento principal no se ve afectado negativamente por la conexión de la sección de componentes con respecto a los requisitos que debe cumplir el segmento principal. Con este fin, el segmento principal puede presentar zonas de transición que sobresalen del mismo, por ejemplo, en forma de bases de conexión, a las que luego se conecta una sección de componentes producida por separado o, en el caso de la fabricación generativa de dicha sección de componente, se aplica usando el segmento principal como sustrato. La altura de dicha base de conexión está diseñada de manera que la energía térmica usada para conectar o aplicar una sección de componentes influya en la estructura en la base de conexión, pero no en los demás componentes del segmento principal. Por lo tanto, el segmento principal no necesita sobredimensionarse para que el cambio estructural se tenga en cuenta de cualquier otra manera en la región de conexión de una sección de componentes a moldear a dicho segmento principal. Esto reduce el uso de material.

Se supone que, en el contexto de estas explicaciones, se definen diferentes secciones de componentes en el caso de un componente estructural por primera vez antes de su producción con respecto a los perfiles de requisitos que actúan sobre este cuando se usa en diferentes regiones, en donde dichas secciones de componentes se producen entonces usando diferentes métodos de producción. De esta manera, el método de acuerdo con la invención se diferencia del estado de la técnica, que solo se centró en la producibilidad de las secciones de componentes para decidir si estas se producen de manera generativa o convencional.

Esta división de componentes estructurales también facilita la opción de producir diferentes variaciones de un segmento principal y al menos un componente estructural que tenga una sección de componentes moldeada, en donde el segmento principal forjado, conformado de manera maciza, por ejemplo, es la misma pieza en las diferentes variaciones, y la diferenciación se realiza mediante la(s) sección(ones) de componente conectadas al mismo. Un método diseñado de esta manera se describirá con más detalle a continuación.

En el caso de un método de producción generativa para producir la al menos una sección de componentes adicional, especialmente si se produce directamente en el segmento principal, se usa un método de producción generativa, en el que se funde polvo metálico o alambre metálico mediante el suministro de energía. Para crear la forma bruta para estas regiones mediante el uso del método de producción generativa, típicamente se hace a partir de un polvo o alambre de aleación que corresponde al segmento principal. También se pueden usar variaciones de aleación u otra aleación de metal para construir las secciones de componentes formadas por un método de producción generativa. En tal caso, se debe tener cuidado para asegurarse de que existe una conexión conjunta prevista entre el sustrato y el material que se le aplica mediante el método generativo. El método de producción generativa puede llevarse a cabo, por ejemplo, como soldadura por deposición por láser, soldadura por deposición por arco, o también mediante soldadura por deposición por haz de electrones, solo por nombrar algunos de los métodos posibles. Por medio de una o más de tales etapas, las secciones de componentes, que aún no se han llevado a un conformado próximo a la forma final o a un conformado a la forma final por medio del proceso de conformación maciza, se forman con un conformado próximo a la forma final. En una etapa de procesamiento posterior llevada a cabo en una o más etapas, estas secciones de componentes construidas de manera generativa se pueden llevar a su conformado a la forma final. En la misma etapa de procesamiento, la(s) sección(ones) del componente llevadas a un conformado próximo a la forma final por medio del proceso de conformación maciza también pueden llevarse a su conformado a la forma final. Estas etapas de procesamiento pueden ser, por ejemplo, una etapa de forjado, con el que se forman en cierta medida las regiones producidas de manera generativa, y/o mecanizado. La estructura de la sección de componentes producida de manera generativa está optimizada para un tratamiento térmico posterior para homogeneizar la estructura por medio de una etapa de conformado con solo un bajo grado de deformación. Esta etapa también mejora la absorción de tensión de esta sección de componente. Dependiendo del diseño del componente semiacabado o de la(s) sección(ones) del componente a llevar al conformado a la forma final, el mecanizado puede implicar, por ejemplo, fresado, torneado,

taladrado de perfiles o similares. También es posible una combinación de estas medidas, así como la posterior introducción de un bajo grado de deformación.

El método de producción descrito anteriormente puede ir seguido de un tratamiento térmico con el fin de homogeneizar la estructura de la sección de componentes forjado, conformado de manera maciza, por ejemplo, y las secciones de componentes que se han producido usando un método de producción generativa y/o conformado en frío, por ejemplo, estiramiento o compresión del componente estructural llevado al conformado a la forma final.

En el caso de tales componentes estructurales de una pieza, que tienen diferentes secciones de componentes y se usan principalmente en tecnología aeroespacial, dicho componente estructural combina las propiedades positivas de una pieza laminar conformada de manera maciza con las propiedades de un componente producido por un método de producción generativa o uno separado con respecto a las geometrías complejas que se pueden producir con dicho método. Si dicha sección de componentes adicional se produce particularmente con un método de producción generativa, se pueden formar geometrías que no se pueden producir incluso mediante forjado como un proceso de conformación maciza, o también mediante forjado múltiple, por ejemplo, debido a trayectorias de flujo relativamente largas o debido a que estas geometrías, tales como los recortes, simplemente no se pueden producir mediante forjado. Con respecto a la división de las regiones, dicho componente estructural se dividirá típicamente en términos de las regiones formadas mediante conformación maciza, tal como forjado, y las construidas por otro método de producción, de modo que las regiones del componente estructural, que están sometidas a cargas mayores, especialmente dinámicas, son secciones de componentes conformadas de manera maciza o al menos tienen un núcleo de este tipo cuando se usa el componente estructural. Con este fin, se usa la estructura de conformación maciza, que es particularmente resistente a tales cargas. En tal caso, el forjado es particularmente adecuado como un proceso de conformación maciza debido a que las estructuras de este modo alcanzables pueden soportar cargas particularmente altas, particularmente dinámicas.

Durante los estudios que llevaron al objeto de esta invención, primero fue necesario ignorar la enseñanza predominante de que tal componente estructural estructurado por geometrías específicas debe producirse a partir de una sola pieza para cumplir con los requisitos impuestos al componente estructural. Solo el rechazo de dicha enseñanza abrió el camino a una división del componente estructural en secciones de componentes con diferentes perfiles de requisitos, por lo tanto en un segmento principal y una o más secciones de componentes a moldear, y al objeto del método reivindicado. Por ejemplo, en el caso de un componente estructural con una o más costillas de refuerzo para lograr las propiedades de resistencia deseadas, es suficiente si la superficie de base o la raíz de dicha costilla se forma junto con el segmento principal adyacente mediante conformación maciza, por ejemplo, mediante forjado. Esto también representa una base de conexión como zona de transición, como ya se describió anteriormente. La formación real de la costilla en términos de su altura se realiza luego mediante la sección del componente a conectar, por ejemplo, mediante un método de producción generativa, típicamente aplicado a la superficie de la base o la raíz. Lo mismo se aplica, por ejemplo, a una geometría especificada para formar puntos de conexión, que tal componente estructural puede tener. Son concebibles otras numerosas configuraciones.

En el caso del componente estructural producido de acuerdo con dicho método y que tiene una pluralidad de secciones de componentes, se lleva a su conformado a la forma final solo después de que la al menos una sección del componente se haya conectado al segmento principal, que luego representa una preforma completa. Esto se puede hacer en una o más etapas. Llevar la preforma completa a su conformado a la forma final solo puede afectar a unas pocas secciones de la preforma completa, típicamente las secciones de componentes conectadas a un segmento principal, asegurando por lo tanto la precisión dimensional de las secciones de componentes moldeadas en el segmento principal y también su transición al segmento principal mientras se adhiere a límites de tolerancia muy estrechos.

Una sección de componentes producida mediante un método de producción generativa puede conectarse a una base formada por la etapa de conformación maciza anterior, el lado superior de dicha base que forma la superficie del sustrato. Por medio de dicha base moldeada sobre el segmento principal, el segmento principal real como sección de componente, que está destinado a cumplir con los requisitos de un perfil de requisitos más alto, está protegido de la influencia térmica o la mezcla de material cerca de la superficie como resultado del método de producción generativa, de modo que el material y las propiedades estructurales establecidas por el forjado en el segmento principal real no se puedan cambiar o al menos no cambiar significativamente por la etapa de producción generativa típicamente realizada localmente. A este respecto, la etapa de producción generativa se monitoreará con respecto a su entrada de calor en el segmento principal forjado, en donde las bases moldeadas en el segmento principal pueden contribuir a ello, como se describió anteriormente. Además, dicha base reduce la sensibilidad a la entalladura en la región de transición.

En el caso de un proceso de forja para producir la sección de componentes que sirve como segmento principal, la etapa de forjado se lleva a cabo típicamente en una etapa. Esto incluye un prensado posterior después de una breve salida de aire del troquel. En este contexto, "en una etapa" significa que el conformado se realiza en un único troquel. También es posible una etapa de forjado llevada a cabo en más etapas, pero a menudo puede evitarse mediante un hábil diseño del componente estructural con respecto a las secciones de componentes formadas mediante forjado y el uso de un método de producción diferente para producir el al menos una sección de componentes adicional. Dado que esto no da como resultado la conformación completa del componente estructural, los troqueles usados para el

forjado no están sometidos a una carga excesiva (lavado), de modo que la vida útil de los troqueles es correspondientemente más larga. En la producción en serie, esto también tiene un efecto positivo en las tolerancias que deben observarse cuando se produce dichos componentes estructurales.

Este método brinda la opción de diseñar diferentes variaciones de un componente estructural. La pieza común de las diferentes variaciones se produce mediante la etapa de conformación maciza, por ejemplo, un proceso de forja. El producto semiacabado forjado, por ejemplo, es por lo tanto la pieza común en todas las variaciones de dicho componente estructural, al que se conecta una sección de componentes correspondiente a la variación deseada mediante un método de producción generativa en las secciones que aún no se han llevado al conformado próximo a la forma final o conformado a la forma final. Tanto la disposición de las interfaces para conectar una sección de componentes como la forma de las secciones de componentes a conectar pueden diferir en las variaciones individuales. Como resultado, no solo se puede reducir el uso de material, sino que toda la cadena de producción también se puede llevar a cabo de manera más rentable.

En el caso de tales componentes estructurales híbridos de producción, una o más secciones de componentes menos cargadas producidas, por ejemplo, mediante un método de producción generativa, se pueden optimizar para reducir el peso de una manera que no podría lograrse de la manera convencional o sólo con un gasto desproporcionadamente alto. Un ejemplo de ello es la formación de una estructura hueca. Dicha estructura hueca se puede realizar sin pérdidas con respecto a la capacidad de carga de esta sección de componentes debido a los requisitos que se supone que debe cumplir. El resultado es un uso reducido de material y un peso reducido del componente estructural acabado. Un menor uso de material es una ventaja particular, especialmente para componentes estructurales con costos de material relativamente altos.

El método de producción híbrido también permite que las secciones de componentes se formen en el segmento principal con una aleación diferente de la aleación del segmento principal. Puede ser una aleación con una composición diferente de sus elementos de aleación. A este respecto, el material usado para las secciones de componentes a conectar al segmento principal se puede seleccionar específicamente en relación con los requisitos que deben cumplir estas regiones del componente estructural en la aplicación prevista. Dicha configuración también es posible si la sección o secciones de componentes a conectar al segmento principal se forman directamente sobre el segmento principal como sustrato mediante un método de producción generativa.

Mediante el uso de diferentes composiciones de material en la construcción de una sección de componentes a producir mediante un método de producción generativa, también se pueden producir gradientes de material y, por tanto, gradientes con respecto a uno o más parámetros de resistencia dentro del mismo. Dicho componente también puede denominarse componente de material híbrido.

El uso de un método de producción generativa para producir una sección de componentes en el producto semiacabado forjado también permite incorporar partículas de polvo o granos hechos de un material, que tienen propiedades especiales que son independientes de la aleación a producir. Por ejemplo, este material puede ser un material que se evapora a la temperatura de fusión para fusionar las partículas de polvo con el fin de producir una cierta porosidad en una sección de componentes del componente estructural por lo tanto construido. De esta manera, también se pueden incorporar lubricantes sólidos en la sección de componentes producida por el método de producción generativa si la sección de componentes a producir es, por ejemplo, una sección de componentes que se supone que forma parte de un cojinete, por ejemplo, un casquillo de cojinete.

Si la sección o secciones de componentes adicionales se forman de manera generativa en el segmento principal como un sustrato, se considera ventajoso si esas regiones del segmento principal típicamente forjadas - del sustrato - se pretratan con respecto a la al menos una sección de componentes a producir por medio de un método de producción generativa y se preparan para el método de producción generativa. Por ejemplo, puede tratarse de un pretratamiento mecánico, por ejemplo, para agrandar la superficie de contacto del sustrato con el material a aplicar al mismo. De acuerdo con una modalidad, el método de producción generativa es una soldadura por deposición por láser o haz de electrones. En tal caso, la superficie del sustrato puede someterse a un tratamiento de haz antes de la primera aplicación de las partículas a fusionar por el láser o el haz de electrones con el fin de hacer rugosa esta región superficial, agrandando por lo tanto la superficie de conexión. Preferiblemente, dicha etapa se lleva a cabo inmediatamente antes del inicio de la soldadura por deposición para producir las regiones a aplicar a la superficie del sustrato debido a que esta región también se precalienta como preparación para la etapa de producción generativa. También se puede usar un calentamiento correspondiente de la región superficial del sustrato como medida preparatoria para la construcción del conformado próximo a la forma final de dicha región por medio de un método de producción generativa. Por separado o en combinación con una de las dos medidas de pretratamiento mencionadas anteriormente, la superficie del sustrato también se puede pretratar químicamente, por ejemplo, para eliminar contaminantes de la superficie o un lubricante arrastrado desde el troquel de forja.

Si, después de la formación del conformado próximo a la forma final de la(s) sección(ones) del componente producida por un método de producción generativa en el producto semiacabado forjado, se supone que dichas secciones de componentes deben llevarse a su conformado a la forma final o conformado próximo a la forma final mediante forjado, las irregularidades de la superficie causadas por la soldadura por deposición por láser, así como la soldadura por haz

de electrones o la soldadura por arco como método de producción generativa, se pueden usar como bolsas de lubricación para controlar el flujo de material.

El ajuste del conformado a la forma final del componente estructural, que sigue a la formación de la preforma completa, se puede llevar a cabo en una o más etapas, típicamente mediante mecanizado.

Una aleación de titanio, particularmente una aleación de titanio ( $\alpha + \beta$ ), por ejemplo, una aleación de Ti-6Al-4V, se usa para la pieza laminar conformada de manera maciza, por ejemplo, una pieza laminar forjada de acuerdo con una modalidad.

A continuación, se describirá la invención usando modalidades con referencia a los dibujos adjuntos. Los dibujos se muestran en:

**Figura 1:** Una secuencia de dibujos que muestra los resultados de las etapas de producción individuales para producir un componente estructural que tiene una pluralidad de secciones de componentes mediante el uso del método de acuerdo con la invención, y

**Figura 2:** La producción de un componente estructural adicional de acuerdo con otra modalidad.

La secuencia de dibujos de la Figura 1 muestra en (1) una pieza laminar 1 hecha de una aleación Ti-6Al-4V como material de aleación de alta resistencia ilustrativo. La pieza laminar 1 es un lingote de colada. En la modalidad representada, la pieza laminar 1 se coloca en una preforma de forja 2 en una primera etapa (2). En la modalidad mostrada, la pieza laminar 1 se ha preforjado y una sección de la pieza laminar 1 se ha inclinado con un radio de 90 grados con respecto a la sección restante, de modo que la pieza laminar forjada tiene forma de L en una vista lateral. La pieza laminar tiene una estructura ( $\alpha + \beta$ ).

Para preparar el forjado de esta pieza laminar de forjado 2, se calienta a su temperatura de forjado, se coloca en un troquel y se forja en la preforma 3 mostrada en (3). A través del proceso de forja, el tramo más corto 4 de la pieza laminar de forjado 2 se ha llevado a una forma cuadrada 5. Este limita con la sección del arco con la interposición de regiones de transición. En el tramo más largo de la pieza laminar de forjado 2, se han introducido dos constricciones 6, 6.1 mediante la etapa de forjado extendiendo su longitud. La preforma 3 creada mediante forjado ya se ha llevado en algunas secciones a un conformado próximo a la forma final. En la modalidad mostrada, esta preforma representa el segmento principal del componente estructural eventual. Este segmento principal es la sección de componentes que debe cumplir un perfil de requisitos mecánicos más alto que las otras secciones de componentes que se describen a continuación. En la modalidad mostrada, esto se aplica particularmente con respecto a su resistencia dinámica.

El componente estructural que se va a producir a partir de la pieza laminar 1 tiene una forma significativamente más compleja que la preforma 3. Para crear esta forma más compleja, se construyen formas rugosas mediante soldadura por deposición láser generativa en las regiones de la preforma 3 que se supone que llevan las estructuras adicionales en la modalidad representada. No hace falta decir que también se pueden usar otros métodos de soldadura por deposición. Con respecto al calor introducido, la soldadura por deposición se ha llevado a cabo de manera que la entrada de calor en el segmento principal sea localmente muy baja, y la mezcla de material también se limita solo a una zona marginal de la superficie del sustrato. La preforma 7 completada por el método de producción generativa se muestra en la etapa (4) de la Figura 1. Las secciones de componentes producidas o construidas por el método generativo, las formas bruta para las estructuras adicionales, se indican con el signo de referencia 8. En la modalidad representada, las regiones 8 producidas por el método generativo se han producido a partir de polvo de aleación de la misma aleación usada para producir la pieza laminar 1. En el tramo cuadrado 5 de la preforma 3, se han construido dos regiones cilíndricas 8 en superficies opuestas mediante el método de producción generativa. Los cuerpos troncocónicos se han construido mediante el método generativo en la superficie lateral del tramo más largo de la preforma 3. En la modalidad representada, las secciones de este cuerpo cónico adyacentes a la superficie lateral de la preforma 3 están configuradas como cuerpos huecos. El método de producción generativa se llevó a cabo como soldadura por deposición láser.

En la modalidad representada, el contorneado final de la preforma completa 7 con sus secciones de componentes 8 construidas mediante el método de producción generativa descrito tiene lugar mediante mecanizado (ver etapa (5)). Las formas rugosas que forman las secciones de componentes 8 se llevan a su conformado a la forma final mostrado en (5) mediante fresado de perfiles. En esta etapa de procesamiento, las regiones de la preforma completa 7, que no se llevan al conformado a la forma final mediante la etapa de forjado, también se llevan a su conformado a la forma final.

El componente estructural 9 es un componente estructural ficticio. En este componente estructural 9, es esencial que el segmento principal formado por la preforma forjada 3 pueda estar expuesto a un esfuerzo mecánico incrementado como una sección de componente. Dado que la forma de L del componente estructural 9 se forma mediante forjado, este segmento principal del componente estructural 9 también satisface fácilmente los altos requisitos impuestos sobre este. Este también es el caso debido al perfil de requisitos impuesto al segmento principal. Las secciones de componentes 8 producidas por el método de producción generativa y las extensiones que se han llevado al conformado a la



forma final de las mismas mediante el fresado de perfiles no tienen que cumplir estos requisitos cuando se usa el componente estructural 9. También pueden estar sometidos a mayores cargas, pero no tienen que cumplir los requisitos de carga que debe cumplir el componente estructural 9 en las secciones de su preforma en forma de L. Si, como es el caso de los métodos conocidos anteriormente, el componente estructural 9 se produjera mediante forjado de una preforma y el posterior mecanizado, solo sería posible con una baja utilización del material, que no solo sería más elaborado sino también costoso.

Las etapas de producción descritas anteriormente están precedidas por una división del componente estructural 9 en secciones de componentes que difieren en términos de su perfil de requisitos mecánicos, es decir, el segmento principal formado por la preforma 3 como una primera sección de componentes que debe cumplir con un perfil de requisitos más alto, y las segundas secciones de componentes 8 moldeadas en el mismo, que no tienen que cumplir dicho perfil de alto requisito.

Una vez que el componente estructural 9 ha adquirido su conformado a la forma final, se somete a un tratamiento térmico para homogeneizar la estructura.

El componente estructural 9 de la modalidad representada es una de las diversas variaciones que difieren en el número de secciones de componentes 8 construidas por el método de producción generativa. El componente estructural representado 9 es una de las diversas variaciones que combina todas las posibles variaciones que difieren en términos del número de extensiones. Por lo tanto, una variación adicional, no mostrada en los dibujos, tiene sólo una sección de componente 8 de aplicada por el método generativo a la forma cuadrada 5 del tramo más corto y una extensión llevada al conformado a la forma final mediante el fresado de perfiles. En una variante adicional, este tramo del componente estructural 9 no tiene extensiones. En un diseño diferente, otras variaciones consisten en proyecciones moldeadas en el tramo más largo.

Una ventaja particular de este concepto es que todas las variaciones se pueden producir en la misma línea de producción con las mismas herramientas.

La Figura 2 muestra una secuencia de dibujos correspondiente a la secuencia de dibujos de la Figura 1, que ilustra la producción híbrida de un componente estructural adicional 9.1. En el método de producción de la Figura 2, después de que el componente estructural se ha dividido en secciones de componentes que difieren en términos de su perfil de requisitos, se llevan a cabo las mismas etapas (1) a (5) como se describió anteriormente en la modalidad en la Figura 1. Por esta razón, los mismos elementos o partes se indican con los mismos signos de referencia, complementados con un ".1". El componente estructural 9.1 en sí mismo también es muy similar al componente estructural 9 descrito en la Figura 1. La pieza laminar 1.1 en la modalidad en la Figura 2 se produjo a partir de la misma aleación de titanio que la pieza laminar 1 en la modalidad en la Figura 1. El componente estructural 9.1 se diferencia del componente estructural 9 en su estructura debido a que, a diferencia del componente estructural 9, las extensiones - y en consecuencia las regiones de componentes 8.1, 8.2 creadas por el método de producción generativa - no están dispuestas opuestas entre sí. Además, el componente estructural 9.1 se diferencia del componente estructural 9 en la forma de la preforma forjada 3.1. El proceso de forja en cada caso proporciona una base 10 que sobresale del segmento principal de la preforma 3.1 para formar una región de raíz o una región de transición. La base 10 también puede denominarse base de conexión. El lado superior de la base 10 representa la superficie del sustrato, sobre la que se aplican las secciones de componentes 8.1, 8.2 que se van a producir de manera generativa. El material se aplica a esta base 10 con el fin de producir la preforma completa 7.1 por medio del método de producción generativa. A través de la etapa de fresado de perfiles llevada a cabo para crear el conformado a la forma final del componente estructural 9.1, también se han eliminado partes del accesorio, particularmente en las extensiones que se moldean sobre el tramo cuadrado. Tal configuración de la preforma forjada completa 7.1 es ventajosa, ya que la conexión del material aplicado de manera generativa está separada en su núcleo de la orientación de las fibras de la preforma forjada.

En esta modalidad, la sección de componente 8.2 está diseñada como un cuerpo hueco, como se muestra en las representaciones en sección de esta sección de componente 8.2 en las etapas (4) y (5) de la Figura 2.

Una vez que el componente estructural 9.1 se ha llevado a su conformado a la forma final, también se trata térmicamente y se forma con un bajo grado de deformación.

Las modalidades descritas anteriormente sirven para explicar la invención. Sin apartarse del alcance de las reivindicaciones actuales, existen muchas otras opciones para que un experto en la técnica implemente la invención sin la necesidad de tener que describir tales opciones en detalle dentro del marco de esta descripción.

**Lista de signos de referencia**

|    |             |                        |
|----|-------------|------------------------|
|    | 1, 1.1      | Pieza laminar          |
|    | 2           | Pieza laminar de forja |
|    | 3, 3.1      | Preformar              |
| 5  | 4           | Tramo                  |
|    | 5           | Forma cuadrada         |
|    | 6, 6.1      | Constricción           |
|    | 7, 7.1      | Preforma completa      |
|    | 8, 8.1, 8.2 | Sección de componentes |
| 10 | 9, 9.1      | Componente estructural |
|    | 10          | Base                   |
| 15 |             |                        |

## REIVINDICACIONES

1. Método para producir un componente estructural (9, 9.1), que tiene diferentes secciones de componentes, a partir de un material de aleación de alta resistencia, **caracterizado porque**
  - el componente estructural (9, 9.1) a producir se divide en al menos dos secciones de componentes que se diferencian con respecto a sus perfiles de requisitos cuando el componente estructural se usa posteriormente, en donde una sección de componentes (3, 3.1) debe cumplir con un perfil de requisitos más alto con respecto a las cargas que se producen cuando se usa el componente estructural (9, 9.1), y la sección de al menos otro componente (8, 8.1, 8.2) debe cumplir un perfil de requisitos más bajo
  - en una primera etapa de producción para producir la sección del componente (3, 3.1) con los requisitos más altos, una pieza laminar (2) se lleva a un conformado próximo a la forma final o conformado a la forma final por medio de un proceso de conformación maciza en algunas regiones,
  - para formar la al menos una sección de componentes (8, 8.1, 8.2) con el perfil de requisitos inferior, se dispone un cuerpo en forma de pieza prefabricada, que corresponde a dicha sección de componente, en al menos una región superficial en forma de un sustrato, que aún no se ha llevado a su conformado próximo a la forma final o conformado a la forma final por medio del proceso de conformación maciza, y se une a la pieza laminar en al menos una etapa siguiente, y/o dicha sección de componentes se une a la región superficial proporcionada de la pieza laminar por medio de un método de producción generativa para llevar también las regiones antes mencionadas de la sección de componentes conformada de manera maciza a un conformado próximo a la forma final, y
  - el producto semiacabado producido de esta manera, como una preforma completa (7, 7.1), se lleva luego a su conformado a la forma final en una o más etapas.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el perfil de requisitos de la sección del componente (3, 3.1) con el perfil de requisitos más alto y el de las secciones de componentes (8, 8.1, 8.2) con el perfil de requisitos más bajo difieren con respecto a la respectiva resistencia mecánica.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el componente estructural (9, 9.1) se hace de una aleación de titanio, una aleación de aluminio, una aleación a base de cobalto o una aleación a base de níquel.
4. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el método de producción generativa, con el que se crea una sección de componentes con un perfil de requisitos más bajo, se realiza como soldadura por deposición láser mediante el uso de partículas sólidas o alambre.
5. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la misma aleación, a partir de la cual también se fabrica la pieza laminar, se usa para la etapa de producción generativa para formar una sección de componentes con un perfil de requisitos más bajo.
6. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** se usa una aleación diferente de la aleación de la pieza laminar para la etapa de producción generativa para formar una sección de componentes con un perfil de requisitos más bajo.
7. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** se lleva a cabo una pluralidad de etapas de producción generativa para el conformado próximo a la forma final de las secciones de componentes que todavía no se han llevado a un conformado próximo a la forma final o conformado a la forma final mediante la etapa de forjado.
8. Método de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque**, entre dos etapas de producción generativa, las secciones de componentes formadas de manera generativa se forman mediante forjado en un conformado más próximo a la forma final, y la etapa de producción generativa posterior se lleva a cabo en el material formado de la etapa de producción anterior.
9. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque**, antes de llevar a cabo una etapa de producción generativa, la superficie de aplicación del sustrato se pretrata para la etapa de producción generativa.
10. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** las secciones de componentes de conformado próximo a la forma final (8, 8.1) de la preforma completa se llevan a su conformado a la forma final mediante forjado y/o mecanizado.
11. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** la pieza laminar se crea mediante forjado como una etapa de conformación maciza.
12. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 11, **caracterizado porque** se usa una aleación de titanio ( $\alpha + \beta$ ) como aleación de titanio.

13. Método de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** se usa una aleación Ti-6Al-4V como aleación de titanio.

5 14. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** una de diversas variaciones de este componente estructural se produce como el componente estructural (9, 9.1), en donde, con la etapa de conformación maciza para formar la pieza laminar, dicha pieza laminar se produce como la pieza común para diversas variaciones, y las variaciones se forman por la(s) sección(ones) de componente (8, 8.1, 8.2) conectadas a la pieza bruta en las localizaciones predeterminadas y/o formadas por el método de producción generativa.

10

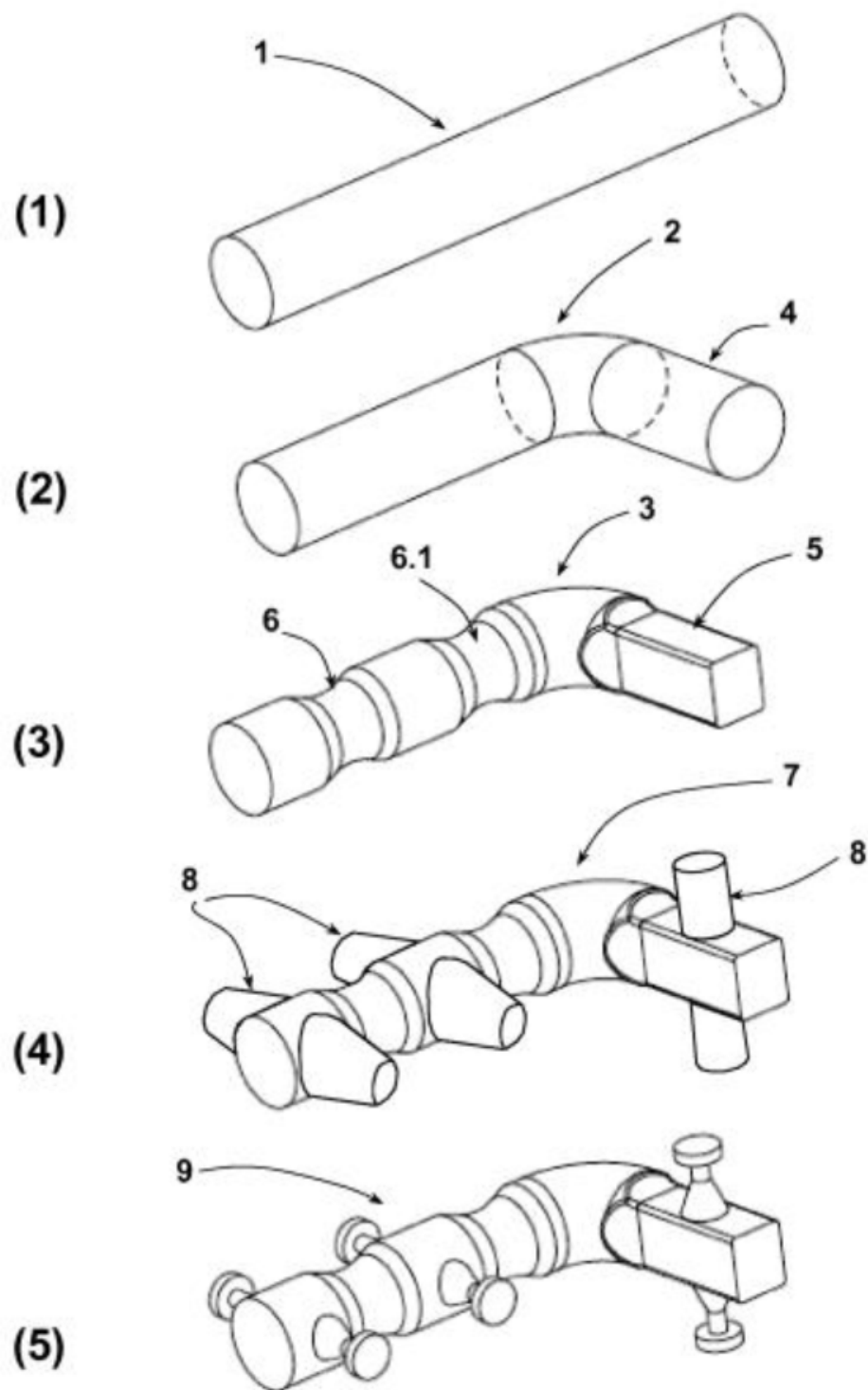


Figura 1

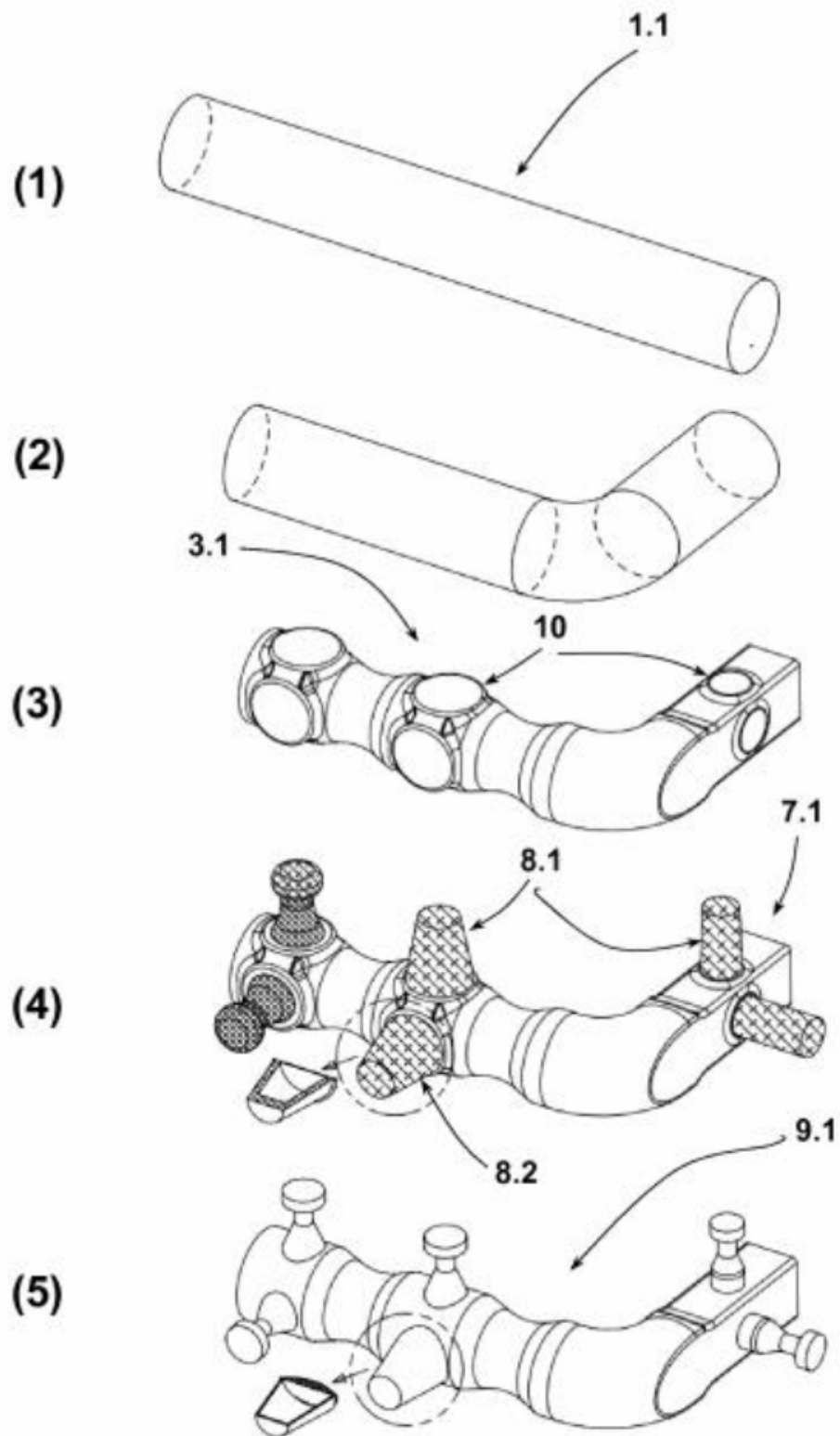


Figura 2