

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 220**

51 Int. Cl.:

B22F 3/105 (2006.01)

B29C 47/08 (2006.01)

B29B 7/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2014** **E 14171134 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017** **EP 2952275**

54 Título: **Elemento helicoidal y procedimiento para la fabricación aditiva de elementos helicoidales**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2017

73 Titular/es:

CARL AUG. PICARD GMBH (100.0%)
Hasteraue 9
42857 Remscheid, DE

72 Inventor/es:

BUSENBECKER, MICHAEL

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 623 220 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

Elemento helicoidal y procedimiento para la fabricación aditiva de elementos helicoidales

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de elementos helicoidales, especialmente para extrusionadoras de dos árboles engranadas íntimamente girando en el mismo sentido. Además, la invención se refiere a un elemento helicoidal, especialmente para extrusionadoras de dos árboles engranadas íntimamente girando en el mismo sentido, que comprende un cuerpo helicoidal con una abertura de paso de extensión axial con un dentado interior para la colocación sobre un árbol portador y con un contorno exterior para proporcionar una
10 función de extrusionadora.

Los elementos helicoidales, véase por ejemplo el documento WO2013/128463, se emplean en diferentes aplicaciones industriales, por ejemplo como parte de extrusionadoras de dos árboles, estando destinados principalmente al procesamiento de plásticos. Las hélices que se usan en las extrusionadoras de dos árboles están
15 estructuradas de forma modular y se componen de un árbol portador y los distintos elementos helicoidales. La geometría de los elementos helicoidales se concibe según los objetivos técnicos de proceso y las funciones de la extrusionadora de dos árboles y se montan sobre el árbol portador en configuración definida unos al lado de otros en sentido axial. Los elementos helicoidales se dividen en los grupos principales elementos transportadores, elementos amasadores, elementos desatascadores, elementos mezcladores y elementos especiales, que se diferencian
20 especialmente por su geometría exterior adaptada a la respectiva función. Actualmente, la fabricación de los elementos helicoidales, independientemente del tipo, del tamaño y de la función se realiza mediante la combinación de procedimientos de arranque de virutas clásicos como el aserrado, el torneado, el fresado, el remolinado y el rectificado para la geometría exterior, véase por ejemplo el documento DE102008029304A. Para el montaje sobre el árbol portador, los elementos helicoidales tienen según el fabricante de máquinas y el tamaño de construcción diferentes perfiles interiores o dentados interiores que realizan la transmisión de fuerza entre el árbol portador y el
25 elemento helicoidal. En los elementos helicoidales conocidos, estos dentados interiores se fabrican habitualmente mediante procedimientos de fabricación con conformación como el ranurado, el brochado y/o el erosionado.

Como materiales para los elementos helicoidales conocidos se aplican aleaciones férreas y aleaciones no férreas, cuya selección resulta según el tipo de sollicitación de desgaste, especialmente por abrasión y/o corrosión. Se usan tanto materiales producidos por metalurgia de fundición y pulvimetalurgia. Especialmente, se usan aceros macizos o aceros compuestos HIP. En el compuesto HIP se procesan aceros hasta HRC 66. Estos se estructuran con un núcleo interior cilíndrico blando, lo que sin embargo hacia diámetros más pequeños es muy complicado y especialmente en caso de diámetros inferiores a 30 mm ya no es rentable. En caso de diámetros muy pequeños,
30 inferiores a 20 mm, ya no es posible técnicamente la fabricación en compuesto (HIP) de compresión isostática a temperatura elevada, ya que especialmente el núcleo interior cilíndrico blando sería demasiado fino como para permitir una transmisión de fuerza suficiente por el perfil interior, y el procesamiento de materiales compactos de alta resistencia con procedimientos como por ejemplo el brochado, el mortajado con fuerzas de empuje superiores a 1.200 N para la incorporación de los perfiles interiores técnicamente no son viables. Los materiales de este tipo se desgarran y se rompen por falta de tenacidad.
40

Un proceso de fabricación típico de elementos helicoidales conocidos comprendía especialmente los pasos aserrado, centrado de núcleo HIP, torneado previo, rectificado de perfil, fresado, brochado del dentado interior, endurecimiento, revenido, rectificado final, chorreado de arena.
45

Las desventajas de los elementos helicoidales conocidos son que su proceso de fabricación es complicado y costoso. Además, por el uso de los procedimientos de arranque de virutas clásicos y de procedimientos de fabricación con conformación, resulta muy difícil o imposible fabricar diámetros más pequeños y determinadas geometrías exteriores e interiores de los elementos helicoidales usando determinadas aleaciones duras. Además,
50 por el uso de las aleaciones duras en combinación con los procedimientos de fabricación empleados hasta ahora, la fabricación de canales de refrigeración dentro de los elementos helicoidales resulta muy complicada y como mucho es posible de forma axialmente paralela, de modo que la refrigeración del contorno exterior no se realiza de forma homogénea.

55 El documento DE10013474 da a conocer un procedimiento para la fabricación de componentes o elementos de máquina altamente solicitados térmica y mecánicamente, fabricándose un modelo original, de fabricación y de núcleo del componente o del elemento de máquina mediante un procedimiento de prototipado rápido o mediante fresado a alta velocidad HSC. Mediante el procedimiento se fabrica un componente o un elemento de máquina con un sistema de temperación referido al contorno. Los componentes o elementos de máquina son típicamente
60 elementos helicoidales de extrusionadora por ejemplo para la industria de procesamiento de materias sintéticas.

La invención tiene el objetivo de evitar las desventajas descritas anteriormente y proporcionar un procedimiento de fabricación para elementos helicoidales, especialmente con pequeños diámetros, que se pueda realizar de manera más sencilla y más económica y que proporcione más flexibilidad para el diseño del dentado interior, del contorno exterior y de la refrigeración de los elementos helicoidales.
65

El objetivo se consigue de tal forma que un material en polvo metálico se dispone de forma superpuesta paso a paso en capas en la dirección de un eje de fabricación sobre una plataforma de construcción, y un rayo láser irradia, para cada capa del elemento helicoidal, el material en polvo según los datos de un modelo tridimensional en un orden de irradiación determinado en determinados puntos de la capa, por lo que el material en polvo se refunde en parte completamente y se une por unión de material a la capa situada directamente por debajo, de manera que después de la solidificación de las capas se produce un cuerpo helicoidal completo, estable, según el modelo tridimensional. Mediante un procedimiento de este tipo, para la fabricación de los elementos helicoidales se renuncia a los procedimientos de arranque de virutas y los procedimientos con conformación clásicos. De este modo, es posible fabricar de manera sencilla nuevas geometrías para el dentado interior y para el contorno exterior de los elementos helicoidales. Especialmente, permite la fabricación de elementos helicoidales compuestos completamente de aleaciones duras. Esto permite una fabricación económica de elementos helicoidales con pequeños diámetros.

En un procedimiento de este tipo resulta especialmente ventajoso si los puntos que van a irradiarse de una capa del material en polvo se dividen en parcelas a modo de tabla de ajedrez, realizando el rayo láser la irradiación de las distintas parcelas de una capa con un orden de irradiación aleatorio. Especialmente, las capas que van a irradiarse se dividen en zonas de irradiación circunferenciales radialmente con respecto al eje de fabricación, realizándose el orden de la irradiación de las zonas de irradiación radialmente desde dentro hacia fuera. Esto permite una mejor distribución de la energía térmica durante el proceso de fabricación e impide un calentamiento incontrolado del elemento helicoidal durante la fabricación. Además, impide fusiones en caso de estructuras especialmente pequeñas como por ejemplo en el dentado interior. Además, reduce el riesgo de una deformación a causa del calor de las estructuras del elemento helicoidal durante la fase de fabricación.

En particular, en una forma de realización del procedimiento, por el rayo láser se producen adicionalmente al elemento helicoidal estructuras de apoyo en las capas, de manera que el elemento helicoidal que va a fabricarse queda apoyado en el material en polvo durante la fabricación, especialmente en la plataforma de construcción. De manera ventajosa, las estructuras de apoyo se unen al contorno exterior y/o a lado frontal inferior del elemento helicoidal, de manera que durante el proceso de fusión evacuan del elemento helicoidal la energía térmica producida.

En formas de realización ventajosas del procedimiento, el material en polvo comprende un acero rápido de alta resistencia en forma de polvo, especialmente con partes de carburo (carburos de cromo, carburos de vanadio, carburos de wolframio) o una aleación dura en polvo de cobalto-cromo o de níquel-cromo-molibdeno. Esto hace posible unos contornos exteriores especialmente duros y resistentes de los elementos helicoidales.

Además, la invención tiene el objetivo de proporcionar elementos helicoidales, especialmente con diámetros pequeños, que se puedan fabricar de la manera más sencilla y económica posible y que presenten un dentado interior mejorado, una refrigeración mejorada y contornos exteriores mejorados.

El objetivo se consigue porque un elemento helicoidal, especialmente para extrusionadoras de dos árboles engranadas íntimamente girando en el mismo sentido, que comprende un cuerpo helicoidal con una abertura de paso de extensión axial con un dentado interior para la colocación sobre un árbol portador y con un contorno exterior para proporcionar una función de extrusionadora, está fabricado según el procedimiento según la invención descrito anteriormente.

En una forma de realización especialmente ventajosa, dentro del cuerpo helicoidal está dispuesto al menos un canal de refrigeración interior de extensión axial, que se extiende a una distancia radial homogénea de una superficie del contorno exterior o de una superficie del dentado interior, siguiendo la extensión de la superficie. Esto permite una refrigeración óptima del dentado interior y/o del contorno exterior, por lo que se consigue especialmente una mejor duración útil.

En otra forma de realización, el dentado interior está realizado como dentado evolvente. Especialmente, el dentado interior está realizado de tal forma que se puede conseguir una transmisión de fuerza superior / igual a 1.200 N/mm^2 entre el cuerpo helicoidal y el árbol portador. Esto permite una mejor distribución de la fuerza en el dentado interior, por lo que pueden transmitirse mayores fuerzas y/o usarse materiales más duros.

Otras formas de realización ventajosas de la invención resultan de la siguiente descripción de figuras, del dibujo y de las reivindicaciones subordinadas.

Muestran:

la figura 1a	una vista tridimensional de un elemento helicoidal según la invención,
la figura 1b	una vista en planta desde arriba de un lado frontal del elemento helicoidal según la invención, según la figura 2a,
la figura 2	un esquema de un procedimiento según la invención para la fabricación de elementos helicoidales,
la figura 3	una vista en sección del elemento helicoidal según la invención en una disposición de 90° con estructuras de apoyo,

la figura 4 una vista en sección del elemento helicoidal según la invención en una disposición de 45° con estructuras de apoyo,
la figura 5 un diagrama de transformación tiempo-temperatura para el material 1.3242.

En cuanto a la siguiente descripción se reivindica que la invención no se limita a los ejemplos de realización ni a todas o varias de las características de combinaciones de características descritas, sino que más bien cada característica parcial individual del / de cada ejemplo de realización es de importancia para el objeto de la invención, también independientemente de todas las demás características parciales descritas en relación con la misma, así como en combinación con cualesquiera características de otro ejemplo de realización.

Las figuras 1a y 1b muestran una forma de realización del elemento helicoidal 1 según la invención. El elemento helicoidal 1 está realizado especialmente para una extrusionadora de dos árboles engranada íntimamente girando en el mismo sentido, que no está representada. El elemento helicoidal 1 comprende un cuerpo helicoidal 3 con una abertura de paso 5 de extensión axial, con un dentado interior 7 para la colocación sobre un árbol portador y con un contorno exterior 9 para proporcionar una función de extrusionadora. Para el uso con una extrusionadora de dos árboles de este tipo, el elemento helicoidal 1 se coloca axialmente por deslizamiento, junto con otros elementos helicoidales, sobre el árbol portador no representado de la extrusionadora de dos árboles, a lo largo del eje X-X del elemento helicoidal 1.

De manera ventajosa, el dentado interior 7 de la abertura de paso 5 está realizado como dentado evolvente (especialmente según DIN5480 de 2006 o alternativamente ISO 4156 de 2005). Esto permite una mayor transmisión de fuerza sobre el árbol portador. Especialmente, el dentado interior 7 está realizado de tal forma que se puede conseguir una transmisión de fuerza superior / igual a 1.200 N/mm² entre el cuerpo helicoidal 3 y el árbol portador. De manera ventajosa, la desviación de perfil del dentado interior 7 es especialmente $\pm 0,01$ mm.

El diámetro exterior del cuerpo helicoidal 3, especialmente el diámetro exterior máximo del contorno exterior 9 es inferior / igual a 58 mm, preferentemente inferior / igual a 30 mm. El diámetro exterior mínimo es especialmente de 12 mm. La desviación máxima de la distancia de contorno, es decir, la distancia de la superficie del contorno exterior 9 con respecto a la pared interior de la abertura de paso 5, es especialmente $\pm 0,05$ mm.

De manera ventajosa, el cuerpo helicoidal 3 se compone de un material monocomponente. El material monocomponente es especialmente un acero rápido de alta resistencia, especialmente con elevadas partes de carburo (carburos de cromo, carburos de vanadio, carburos de wolframio) o una aleación dura de cobalto-cromo o de níquel-cromo-molibdeno. La dureza de superficie del cuerpo helicoidal 3 se sitúa en un intervalo de HRC 40 a HRC 70, preferentemente de HRC 56 a HRC 70 (según el procedimiento de comprobación de dureza según Rockwell, tipo HRC). De esta manera, durante el proceso de extrusionado se consigue especialmente una mayor resistencia a la abrasión frente a cargas duras y medios de refuerzo tales como fibras de vidrio, fibras de grafito, talco, etc. y una mayor resistencia a la corrosión frente a agua y ácidos tales como HCL, HNO₃, HSO₃CL.

En una forma de realización ventajosa no representada de un elemento helicoidal 1 según la invención, dentro del cuerpo helicoidal 3 está dispuesto al menos un canal de refrigeración interior de extensión axial que se extiende especialmente a una distancia radial homogénea de una superficie del contorno exterior 9 o de una superficie del dentado interior 7, siguiendo la extensión de la superficie. La estanqueidad de la refrigeración se sitúa especialmente en un intervalo de temperatura de 20 °C a 350 °C.

De manera ventajosa, el contorno exterior 9 está realizado de tal forma que la superficie del contorno exterior 9 presenta a lo largo de la extensión axial por todas partes o al menos aproximadamente por todas partes la misma distancia de una superficie de un elemento helicoidal 1 dispuesto paralelamente con un contorno exterior 9 idéntico.

Los elementos helicoidales 1 según la invención se fabrican según el siguiente procedimiento según la invención, según la figura 2, en forma de un procedimiento de construcción aditiva por capas por medio de una plataforma de construcción 11. En el procedimiento, un material en polvo 13 metálico se dispone de forma superpuesta paso a paso en capas en la dirección de un eje de fabricación Z-Z. Para ello, generalmente, el material en polvo 13 se aplica sobre la plataforma de construcción 11 por toda la superficie por medio de una rasqueta 15 o de un cilindro. El material en polvo 13 se pone a disposición durante cada paso mediante la elevación de una plataforma de polvo 17 como recipiente de reserva y se transporta a la plataforma de construcción 11 por medio de una rasqueta 15.

Un rayo láser 19 de un láser 21 irradia el material en polvo 13 para cada capa del elemento helicoidal 1 conforme a los datos de un modelo tridimensional en un orden de irradiación determinado y en determinados puntos de la capa. De esta manera, el material en polvo 13 se funde parcialmente completamente o se refunde y se une por unión de material directamente a la capa situada por debajo. Durante ello, la energía suministrada por el rayo láser 19 es absorbida por el material en polvo 13 y conduce a una sinterización o fusión localmente limitada de partículas reduciendo la superficie total. La plataforma de construcción 11 se desciende ligeramente paso a paso para producir la capa siguiente en el paso siguiente. Después de la solidificación de todas las capas se ha producido un cuerpo

helicoidal 3 completo, estable, conforme al modelo tridimensional. El tratamiento se realiza capa por capa en sentido vertical, por lo que se pueden producir también contornos destalonados.

En una forma de realización preferible del procedimiento, los puntos que van a irradiarse de una capa del material en polvo 13 se dividen en parcelas a modo de tabla de ajedrez, realizando el rayo láser 19 la irradiación para las diferentes parcelas de una capa con la ayuda de un orden de irradiación aleatorio. Especialmente, las capas que van a irradiarse se dividen en zonas de irradiación circunferenciales radialmente con respecto al eje de fabricación Z-Z, realizándose el orden de la irradiación de las zonas de irradiación radialmente desde dentro hacia fuera. Esto permite un mejor control del desarrollo de calor dentro del cuerpo helicoidal 3 durante el proceso de fabricación.

Además, en otra forma de realización ventajosa del procedimiento según la invención, por el rayo láser 19 adicionalmente al elemento helicoidal 1 en las capas se funden estructuras de apoyo 23, de manera que el elemento helicoidal 11 que va a fabricarse se apoya en el material en polvo 13 durante la fabricación. De manera ventajosa, las estructuras de apoyo 23 se unen al contorno exterior 9 y/o al lado frontal, orientado hacia la plataforma de construcción 11, del elemento helicoidal 1, de manera que las estructuras de apoyo 23 evacúan del elemento helicoidal 1 la energía térmica generada durante el proceso de fusión. Las estructuras de apoyo 23 se extienden especialmente en primer lugar en una primera sección alejándose del contorno exterior 9 paralelamente con respecto a la plataforma de construcción y, después, en una segunda sección paralelamente con respecto al eje de fabricación Z-Z hasta la plataforma de construcción 11. Las estructuras de apoyo 23 están realizadas especialmente de forma alveolar. En una forma de realización según la figura 3, el cuerpo helicoidal 3 se fabrica en una disposición, de manera que el eje X-X del elemento helicoidal 1 es paralelo al eje de fabricación Z-Z. En una segunda forma de realización según la figura 4, el cuerpo helicoidal 3 se fabrica en una disposición, de tal forma que el eje X-X del elemento helicoidal 1 encierra un ángulo de 45° con el eje de fabricación Z-Z. En principio, también son posibles otros ángulos, según la evacuación de calor necesaria. De esta manera, es posible una buena unión térmica a la plataforma de construcción 11 y por tanto una evacuación efectiva del calor después de la fusión. Esto impide especialmente una deformación del material, causada por el calor, durante la fase de enfriamiento. Esto es importante especialmente para el dentado interior para garantizar una buena transmisión de fuerza.

El material en polvo 13 comprende preferentemente un acero rápido en polvo altamente resistente, especialmente con elevadas partes de carburo (carburos de cromo, carburos de vanadio, carburos de wolframio) o una aleación dura de cobalto-cromo o de níquel-cromo-molibdeno. El espesor de capa de las capas individuales se sitúa especialmente entre 20 µm y 100 µm.

En una forma de realización ventajosa del procedimiento según la invención, la energía láser y el tiempo de conexión del rayo láser 19 están ajustados al material en polvo 13 y al espesor de capa de tal forma que en el estado no fundido el material en polvo 13 se endurece directamente desde el proceso de fabricación del cuerpo helicoidal 3. El endurecimiento se realiza según DIN17022 de octubre de 1994. Para ello, los parámetros del láser para la refusión del material en polvo 13 se han de elegir de tal forma que el calor de proceso originado en el componente se evacua de las estructuras de apoyo 23 a través del lecho de polvo o de la construcción de apoyo con una velocidad de temple suficiente para el material en polvo 13 empleado. La velocidad de temple necesaria se desprende del diagrama de transformación tiempo-temperatura para el material en polvo 13 empleado respectivamente.

La figura 5 muestra como ejemplo el diagrama de transformación tiempo-temperatura para el material 1.3242 con un enfriamiento continuo, una temperatura de austenitización de 1.150 °C y un período de mantenimiento de 10 minutos. Durante ello, los parámetros del láser y las estructuras de apoyo 23 se adaptan entre sí según la invención, de tal forma que se consigue un aumento de dureza de superficie o con influencia en la zona marginal o en general, hasta un grado de dureza en un intervalo de HRC 40 a HRC 70, especialmente de HRC 56 a HRC 70, dentro del cuerpo helicoidal 3. El aumento de dureza debe realizarse sólo por transformación estructural sin modificación de la composición química. De esta manera, se ahorra un paso de proceso adicional del endurecimiento por un tratamiento térmico adicional del elemento helicoidal 1.

La invención no se está limitada a los ejemplos de realización representados y descritos, sino que abarca también cualquier realización de acción igual en el sentido de la invención. Se señala expresamente que los ejemplos de realización no están limitados a todas las características en combinación, sino que más bien cada característica individual en sí puede tener importancia según la invención también independientemente de todas las demás características parciales. Además, hasta ahora, la invención tampoco está limitada a la combinación de características definida en la reivindicación 1, sino que puede estar definida también por cualquier otra combinación de características determinadas de todas las características individuales descritas en total. Esto significa que, básicamente, prácticamente cualquier característica individual de la reivindicación 1 puede omitirse o sustituirse por al menos una característica individual descrita en otro punto de la solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de elementos helicoidales (1), con un cuerpo helicoidal (3) con una abertura de paso (5) de extensión axial con un dentado interior (7) para la colocación sobre un árbol portador y con un contorno exterior (9) para proporcionar una función de extrusionadora, especialmente para extrusionadoras de dos árboles engranadas íntimamente girando en el mismo sentido, caracterizado por que un material en polvo (13) metálico se dispone de forma superpuesta paso a paso en capas en la dirección de un eje de fabricación (Z-Z) sobre una plataforma de construcción (11), y un rayo láser (19) irradia, para cada capa del elemento helicoidal (1), el material en polvo (13) según los datos de un modelo tridimensional en un orden de irradiación determinado en determinados puntos de la capa, por lo que el material en polvo (13) se refunde en parte completamente y se une por unión de material a la capa situada directamente por debajo, de manera que después de la solidificación de las capas se produce un cuerpo helicoidal (3) completo, estable, según el modelo tridimensional.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que los puntos que van a irradiarse de una capa del material en polvo (13) se dividen en parcelas a modo de tabla de ajedrez, realizando el rayo láser (19) la irradiación de las distintas parcelas de una capa con un orden de irradiación aleatorio.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que las capas que van a irradiarse se dividen en zonas de irradiación circunferenciales radialmente con respecto al eje de fabricación (Z-Z), realizándose el orden de la irradiación de las zonas de irradiación radialmente desde dentro hacia fuera.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el material en polvo (13) comprende un acero rápido de alta resistencia en forma de polvo o una aleación dura en forma de polvo de cobalto-cromo o de níquel-cromo-molibdeno.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el espesor de capa de las capas individuales se sitúa entre 20 μm y 100 μm .
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que por el rayo láser (19) se producen adicionalmente al elemento helicoidal (1) estructuras de apoyo (23) en las capas, de manera que el elemento helicoidal (1) que va a fabricarse se apoya en el material en polvo (13) durante la fabricación.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que las estructuras de apoyo (23) se unen al contorno exterior (9) y/o al lado frontal, orientado hacia la plataforma de construcción (11), del elemento helicoidal (1), de manera que durante el proceso de fusión evacuan del elemento helicoidal (1) la energía térmica producida.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la temperatura de proceso para la refusión por láser y las estructuras de apoyo (23) están concebidas de tal forma que el calor generado durante la refusión para el material en polvo (13) empleado es evacuado de manera suficientemente rápida y se consigue de forma superficial o en general un aumento de dureza hasta un grado de dureza dentro de un intervalo de HRC 40 a HRC 70, especialmente de HRC 56 a HRC 70.
9. Elemento helicoidal (1), especialmente para extrusionadoras de dos árboles engranadas íntimamente girando en el mismo sentido, que comprende un cuerpo helicoidal (3) con una abertura de paso (5) de extensión axial con un dentado interior (7) para la colocación sobre un árbol portador y con un contorno exterior (9) para proporcionar una función de extrusionadora, fabricado según una de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Elemento helicoidal (1) según la reivindicación 9, caracterizado por que dentro del cuerpo helicoidal (3) está dispuesto al menos un canal de refrigeración interior de extensión axial, que se extiende a una distancia radial homogénea de una superficie del contorno exterior (9) o de una superficie del dentado interior (7), siguiendo la extensión de la superficie.

11. Elemento helicoidal (1) según la reivindicación 9 o 10, caracterizado por que el dentado interior (7) está realizado como dentado evolvente.
- 5 12. Elemento helicoidal (1) según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que el contorno exterior (9) está realizado de tal forma que la superficie del contorno exterior (9) presenta a lo largo de la extensión axial por todas partes la misma distancia de una superficie de un elemento helicoidal (1) dispuesto paralelamente con un contorno exterior (9) idéntico.
- 10 13. Elemento helicoidal (1) según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que el dentado interior (7) está realizado de tal forma que se puede conseguir una transmisión de fuerza superior / igual a 1.200 N/mm^2 entre el cuerpo helicoidal (3) y el árbol portador.
- 15 14. Elemento helicoidal (1) según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que el diámetro exterior del cuerpo helicoidal (3) es inferior / igual a 58 mm, preferentemente inferior / igual a 30 mm.
- 20 15. Elemento helicoidal (1) según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que la dureza de superficie del cuerpo helicoidal (3) se sitúa en un intervalo de HRC 40 a HRC 70, preferentemente de HRC 56 a HRC 70.

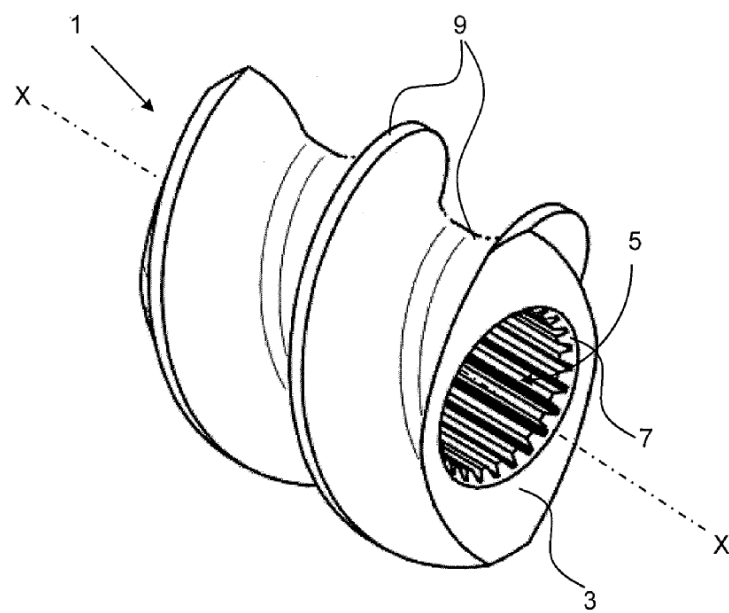


Fig. 1a

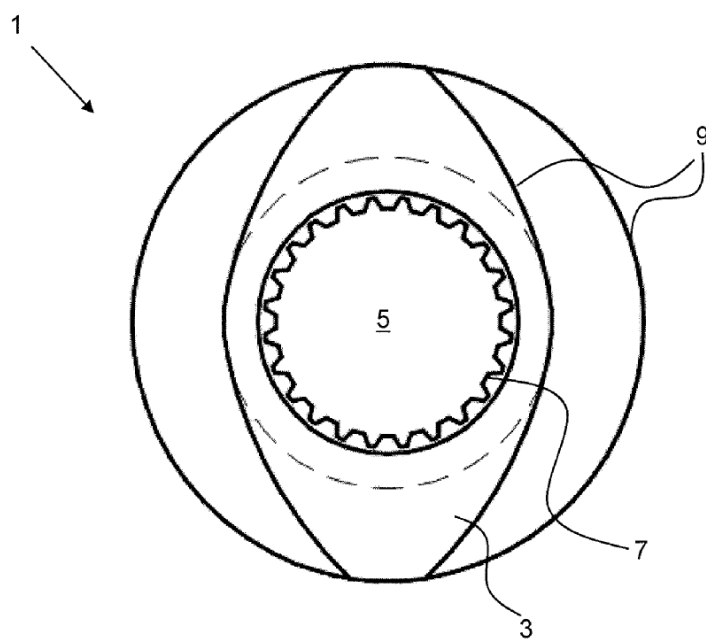
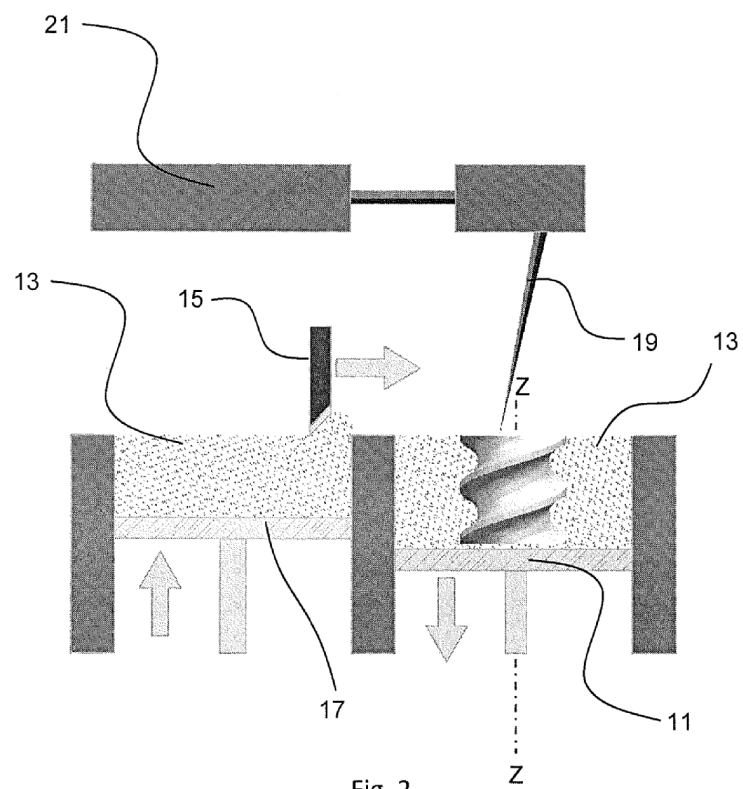
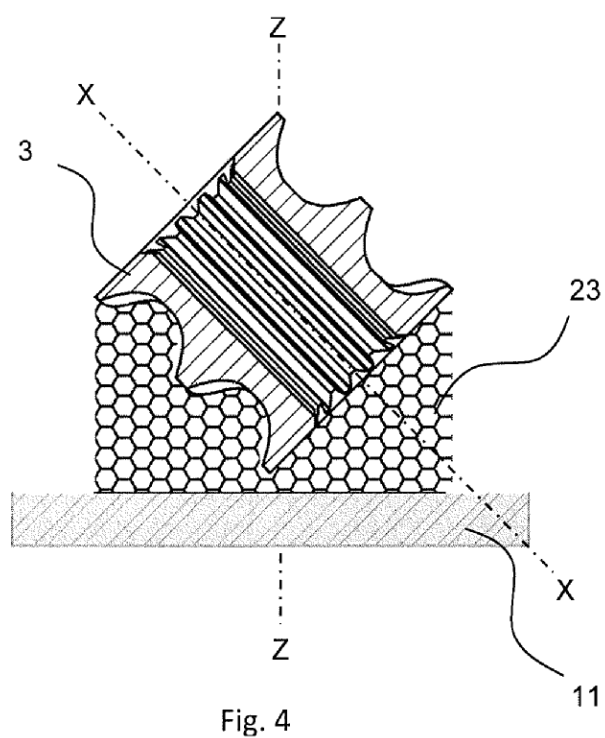
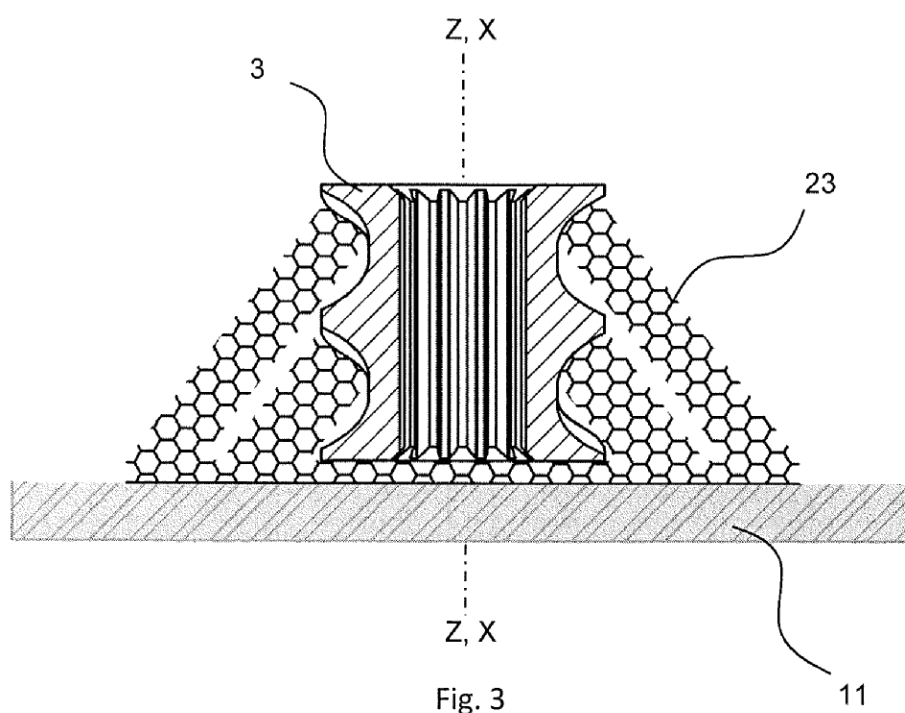


Fig. 1b





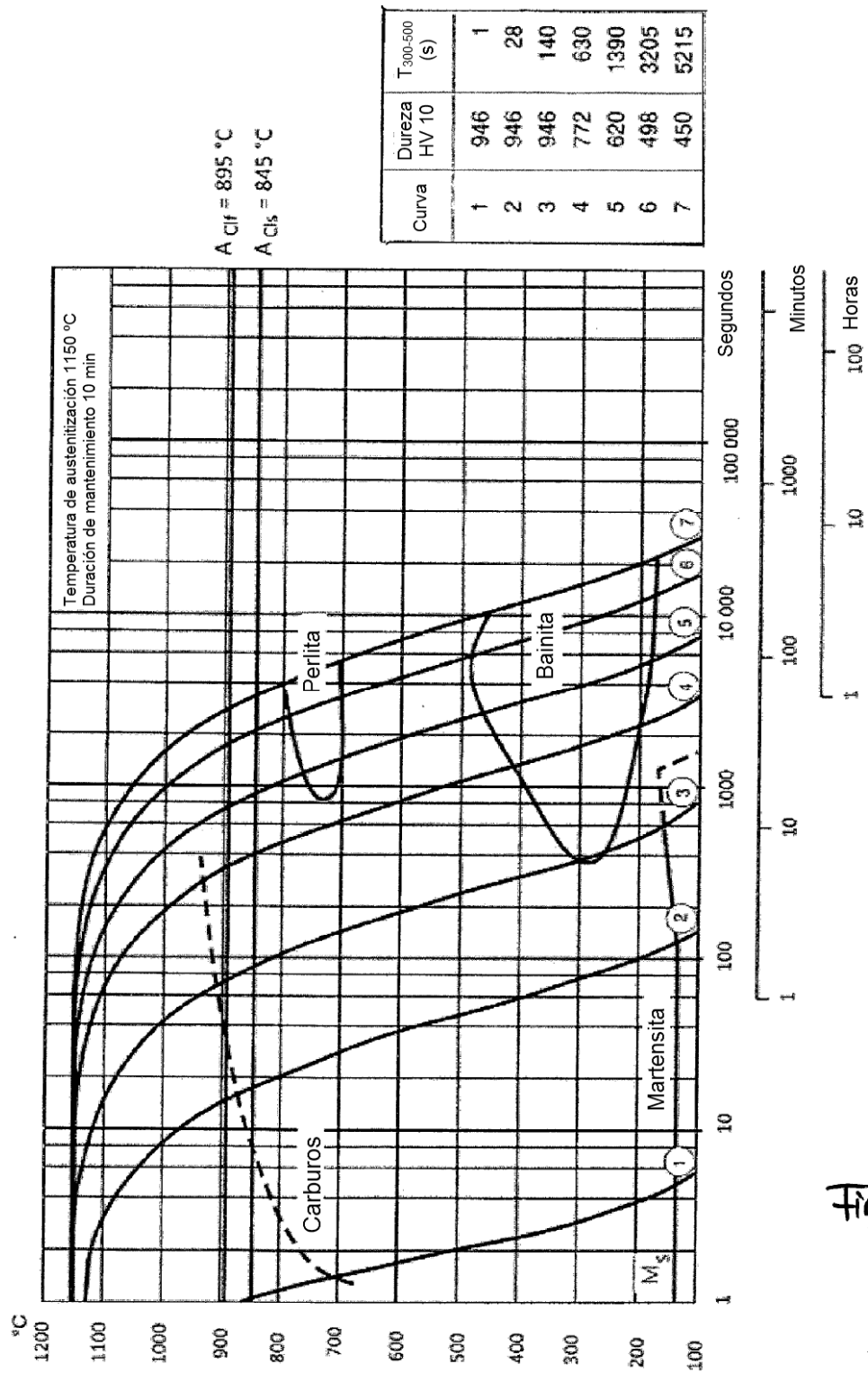


Fig. 5