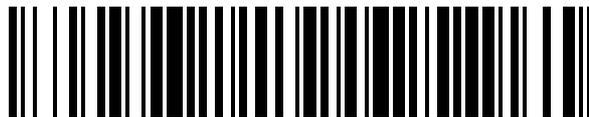


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 250 194**

21 Número de solicitud: 202031511

51 Int. Cl.:

B29C 64/141	(2007.01)	B33Y 70/00	(2015.01)
B29C 64/314	(2007.01)	B33Y 30/00	(2015.01)
B29C 64/336	(2007.01)	B33Y 70/00	(2010.01)
B33Y 30/00	(2015.01)		

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

23.11.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

30.07.2020

71 Solicitantes:

**FUNDACION UNIVERSITARIA SAN ANTONIO
(100.0%)
CAMPUS DE LOS JERONIMOS S/N
30107 GUADALUPE (MURCIA) ES**

72 Inventor/es:

**ACOSTA MARTÍNEZ, José Antonio y
MESEGUER OLMO, Luis R.**

74 Agente/Representante:

DIAZ PACHECO, Maria Desamparados

54 Título: **IMPRESORA 3D CON BARRAS RÍGIDAS FUSIBLES, FORMA DE PRODUCIR LAS BARRAS,
FORMULACIONES DE ÉSTAS Y USOS DEL SISTEMA**

ES 1 250 194 U

DESCRIPCIÓN

IMPRESORA 3D CON BARRAS RÍGIDAS FUSIBLES, FORMA DE PRODUCIR LAS BARRAS, FORMULACIONES DE ÉSTAS Y USOS DEL SISTEMA

5 El objeto de la presente invención es una impresora en tres dimensiones por deposición de material fundido (en lo sucesivo impresora 3D FDM) que emplea material fusible en forma de barras en formato barra. La memoria incluye una impresora 3D tipo FDM (término éste último que se explica más adelante), así como un molde y un procedimiento para la fabricación de las
10 barras fusibles de material necesarias para su funcionamiento, diversas formulaciones de dichas barras y usos del sistema.

Sector de la técnica

15 La presente invención pertenece al campo de la impresión 3D y la producción de nuevos materiales para la impresión 3D. Más concretamente, la presente invención pertenece al campo técnico de la producción de nuevos biomateriales para imprimir con ellos, directamente, nuevos elementos tridimensionales susceptibles de ser implantados en el cuerpo humano o animal, con utilidad clínica o experimental, por ejemplo, para la reconstrucción de partes del sistema
20 esquelético dañadas o inexistentes debido a una enfermedad, accidente o malformación.

Estado de la técnica anterior

En la actualidad coexiste una diversidad de tecnologías de prototipado rápido. En una primera
25 clasificación se pueden distinguir entre la fabricación sustractiva y la fabricación aditiva. La tecnología sustractiva consiste, esencialmente, en el tallado de un bloque de material sólido para obtener determinada forma. Para ello, se emplean tornos o fresadoras que pueden manejarse manualmente o bien mediante un proceso automatizado controlado por ordenador. La fabricación aditiva consiste en la deposición de sucesivas capas de material para la obtención de un objeto
30 tridimensional.

En ambas técnicas se suele partir de un archivo informático del objeto y la herramienta que aporta o retira material que se desplaza en tres ejes (x,y,z) o máquina CNC –máquina de control numérico–. A su vez, dentro de la fabricación aditiva, forman parte del estado de la técnica una
35 variedad de tecnologías entre las que destacan las siguientes técnicas que se enuncian a

continuación:

- 5 **(a)** Modelado por Deposición Fundida o FDM (de su denominación en inglés, *FUSED DEPOSITON MODELLING*) también llamada FFF por Fabricación mediante Fusión de Filamento, que consiste en la deposición de sucesivas capas de material, sólido a temperatura ambiente, que es calentado hasta superar su punto de fusión y extruido a través de una boquilla de pequeña sección sobre una plataforma de trabajo. Dicho material vuelve a solidificarse, casi inmediatamente, dando estabilidad dimensional al objeto impreso. En esta técnica se adhieren capas sucesivas a las ya producidas para formar objetos sólidos tridimensionales y es la base de las conocidas impresoras 3D FDM, incluida la descrita en este documento. Su principal ventaja es el bajo coste del equipamiento junto con la posibilidad de trabajar con diferentes materiales poliméricos.
- 10 **(b)** Estéreo-litografía (SLA) y *Polyjet*, que consisten en que una resina fotosensible es curada (solidificada) con uno (estéreo-litografía) o varios (*Polyjet*) haces de luz ultravioleta. El resultado son piezas de gran fidelidad morfológica y acabado superficial. El principal inconveniente es la necesidad de emplear materiales especiales.
- 15 **(c)** Fusión selectiva de lecho de polvo (como SLM o SLS) que consiste en la deposición de capas de material en forma pulverizada. Posteriormente, se hace incidir un haz láser que agrega selectivamente las partículas mediante fusión y posterior solidificación, en un proceso que se denomina sinterizado. Se emplea para la producción de piezas poliméricas y metálicas, entre otras.
- 20 **(d)** Inyección directa de material (como DLMD o *Laser Cladding*) que consiste en la fusión de un material base mediante un cabezal láser móvil y la inyección de material nuevo, generalmente en forma de polvo o hilo, sobre el material fundido. Esta técnica permite fabricar tanto piezas completas, como trabajar sobre partes concretas de piezas ya fabricadas, por ejemplo, para añadir elementos o realizar reparaciones.
- 25 En los sistemas CNC conocidos se trabaja con archivos digitales del objeto a producir. El archivo es procesado mediante programas denominados *slicers* que dividen digitalmente el objeto en capas del grosor deseado y generan la serie de comandos que guían un cabezal extrusor. El cabezal extrusor se mueve en los tres ejes del espacio o bien sólo en los ejes (*x*, *y*) en cuyo caso la plataforma de trabajo se desplaza en el eje *z*. Al sistema FDM pertenecen la mayoría de las impresoras 3D. Las impresoras 3D FDM trabajan con carretes de filamento de un termopolímero.
- 30
- 35

Por termopolímero se entiende un plástico que mediante calentamiento puede moldearse, extruirse o imprimirse para producir formas tridimensionales que son estables a temperatura ambiente. Los termopolímeros más empleados en impresión 3D FDM son el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS, por su denominación en inglés) y el ácido poliláctico (en lo sucesivo PLA, por su denominación en inglés) aunque también se emplean polímeros como el tereftalato de polietileno (PET, por su denominación en inglés) o el poliéster entre otros. Los filamentos de termopolímero en la impresión 3D FDM se suelen presentar en carretes de centenas de gramos. La producción de estos filamentos se realiza con máquinas extrusoras, generalmente a escala industrial. Estas máquinas consisten, esencialmente, en un tornillo sinfín instalado coaxialmente en el interior de un tubo metálico rematado en uno de sus extremos por una boquilla de extrusión del calibre correspondiente al del filamento producido, además de uno o varios elementos calentadores que funden el termopolímero en forma de *pellet* con el que se alimenta el sistema a través de una tolva; el resto de elementos son un motor paso a paso que hace girar al tornillo, una sonda térmica y una unidad de control. El tornillo rota en un eje impulsando los *pellets* de termopolímero hacia el área de calentamiento y la boquilla de extrusión.

La impresión 3D FDM que forma parte del estado de la técnica emplea como materia prima filamentos de termopolímero cuya producción suele realizarse a escala industrial mediante máquinas extrusoras. Esta técnica puede no ser la más adecuada para el ensayo a pequeña escala de nuevos materiales para la impresión 3D FDM, por ejemplo, en un laboratorio de investigación, debido al coste y tamaño de las máquinas, la necesidad de mano de obra especializada para su manejo y la limpieza dificultosa de los equipos, ya que en el interior del conjunto cilindro-tornillo se produce la fusión del termopolímero, generándose un gradiente desde un material sólido en forma de *pellet* en las proximidades de la tolva de alimentación hasta un material completamente fundido en las proximidades de la boquilla de extrusión, extrusora de filamento. La limpieza del sistema, por ejemplo, al cambiar de material, requiere un ciclo de purgado para arrastrar el material viejo. En general, la producción de filamentos mediante extrusión para impresión tridimensional requiere el empleo de cantidades elevadas de materias primas y adolece de un proceso de limpieza poco eficiente que implica el consumo de grandes cantidades de material de purgado y que es, en la práctica, incompatible con un control preciso de contaminaciones cruzadas. Por este motivo es habitual que las industrias dediquen una máquina extrusora a cada material. Como conclusión, se puede afirmar que la producción de filamento a pequeña escala para el ensayo de nuevos materiales para la impresión 3D es de difícil abordaje con la tecnología existente. Este inconveniente se acentúa a medida que son mayores los requerimientos de pureza en las composiciones de los filamentos o bien el coste de

las materias primas empleadas, por ejemplo, para la producción de biomateriales.

Forman parte del estado de la técnica impresoras que depositan material extruido mediante cilindro y pistón en un cabezal extrusor, pero todas ellas trabajan a temperatura ambiente o, por lo menos, alejada de los intervalos a los que funden los termopolímeros (por encima de los 150°C) y nunca con materiales rígidos sino fluidos, pastosos o gelificados en mayor medida. Un ejemplo de estos dispositivos son las denominadas bio-impresoras que funcionan con materiales o biomateriales fluidos que, bien por incluir células vivas o ingredientes como enzimas u otras proteínas o sustancias termolábiles, han de funcionar a temperaturas relativamente bajas. Otro ejemplo son las impresoras de alimentos que trabajan con materiales como chocolate, salsas o masas horneables.

La impresión 3D está siendo empleada para la producción de objetos tridimensionales que son una réplica morfológica de partes de la anatomía de seres vivos, tanto personas como animales. Para ello se parte de archivos digitales en formato DICOM (acrónimo en inglés de *Digital Imaging and Communications in Medicine*) a partir de los que se genera una imagen renderizada, un sólido digital en formato STL (acrónimo en inglés de *Standard Triangle Language*) o equivalente, que es procesado informáticamente para la impresión 3D.

20 **Explicación de la invención**

El objeto de la presente invención es proporcionar un sistema que solucione algunos de los problemas enunciados en el estado de la técnica. Así pues, es un objeto de la presente invención un sistema para producir con sencillez formulaciones novedosas de materiales y realizar directamente una impresión 3DFDM de las mismas, eludiendo la etapa de producción de filamento de las técnicas FDM convencionales, asegurando un control exacto de las composiciones y evitando contaminaciones cruzadas, al mismo tiempo que se reducen los costes para posibilitar la impresión con volúmenes muy pequeños de material.

La innovación descrita permite la obtención, a escala de laboratorio, de formulaciones propias de materiales y, especialmente, biomateriales utilizables en impresión FDM y posibilita la producción, a partir de archivos de imagen médica, como ha sido explicado en la exposición del estado de la técnica anterior, de elementos tridimensionales que no solo son réplicas morfológicas de la anatomía de seres vivos, sino que pueden ser biocompatibles y reabsorbibles, por lo que pueden ser implantados en un ser vivo en el campo de la medicina regenerativa, por

ejemplo para la reconstrucción de partes del sistema óseo dañadas o inexistentes por accidente, enfermedad o malformación congénita.

Estas innovaciones también pueden emplearse para el ensayo de nuevos materiales previo a la producción de filamentos a mayor escala para su empleo en impresoras 3D FDM convencionales. Todo ello de acuerdo con los distintos aspectos y realizaciones de las reivindicaciones adjuntas y que incluyen una impresora 3D con similitudes con los sistemas de impresión FDM pero que funciona con barras fusibles, un molde y un procedimiento para producir dichas barras, los productos obtenidos con el sistema de impresión, así como el uso de dichos productos impresos. La impresión con barras descritas ha sido denominada fabricación mediante fusión de barras o FBF, en su acrónimo anglosajón (por *FUSED BAR FABRICATION*) en contraposición al término FFF o FDM utilizados en el estado de la técnica. Así pues, cuando quede referido el sistema FBF nos estaremos refiriendo al sistema objeto de la presente invención.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra «comprende» y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que restrinjan la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

FIG.1 Muestra una vista esquematizada de la impresora 3D FBF objeto de la invención
FIG.2 Muestra una vista del cabezal extrusor (2) del dispositivo de la FIG.1, así como una vista en sección del mismo.
FIG.3 Muestra vistas en perspectivas del molde y de los elementos que lo componen, así como una vista en sección del mismo.

35

Exposición de un modo detallado de realización de la invención

La impresora 3D FBF consta de un cabezal extrusor 2 que se carga con una barra fusible 1 rígida e imprimible en lugar de un filamento. El cabezal extrusor 2 está instalado en un cuerpo de impresora 3D tipo delta 3 por el mayor espacio de trabajo que este tipo de dispositivos deja en el área del cabezal de extrusión 2. Este cabezal extrusor 2 consta, a su vez, de un tubo 4 de aluminio en el que se carga la barra fusible 1, un extremo caliente 5 formado, a su vez, por un cuerpo de aluminio 6, dos resistencias eléctricas 7, una sonda térmica 8, una boquilla extrusora 9 y una cámara de fusión 10 del extremo inferior de la barra fusible 1. El cabezal extrusor 2 consta también de un pistón 11 metálico y ubicado coaxialmente en el interior del tubo 4. El pistón 11 consta, a su vez, de un cuerpo 12 y un engranaje tipo cremallera 13 que forma un mecanismo cremallera – piñón con una rueda dentada o piñón que vincula al eje de un motor 15 paso a paso. Dicho mecanismo transforma el movimiento giratorio del motor 15 en uno lineal que desplaza la barra fusible 1 en el interior del tubo 4 impulsándolo hacia la cámara de fusión 10 del extremo caliente 5. El tubo 4 consta de una funda interna 16 de politetrafluoroetileno (PTFE en lo sucesivo) para mejorar el deslizamiento de la barra fusible 1 en el interior del tubo 4 tanto en condiciones normales de trabajo como para tener menores dificultades al retirar una barra fusible 1 atascada. En el tubo 4 y arrollado a él, se dispone un sistema de refrigeración 17 mediante circuito abierto de agua en serpentín de latón. El tubo 4 consta de un rebaje 18 que limita la transmisión térmica. Un rodamiento de bolas 19 ejerce de tope para la sujeción del pistón 11. El conjunto se vincula al resto de la impresora 3D 3 mediante un chasis rígido. Por tanto, el cabezal de extrusión 2 incluye un tubo 4 que alberga la barra fusible 1 donde dicho tubo 4 se vincula reversiblemente, por su porción inferior, a un extremo caliente dotado de elemento de calefacción, sonda térmica y boquilla de extrusión 9. El recalentamiento y fusión de la barra fusible 1 de material por encima del extremo caliente es una complicación que supondría el bloqueo de la barra fusible 1 dentro del tubo 4, dificultando o imposibilitando su movimiento, tanto durante la impresión como en la operación de retirada de las barras fusibles 1. Para obtener una impresión de calidad es necesario implementar un proceso de retracción del material cuando el cabezal extrusor 2 se desplaza, sin extruir material, entre distintas partes del objeto impreso. La retracción evita la formación de filamentos indeseados en el objeto impreso y aumenta la resolución de los objetos impresos. Para implementar la retracción del sistema de impresión, el extremo inferior del pistón 11 se une, mediante adhesivo, fusión, atornillado o equivalente al extremo superior de la barra fusible 1 de forma que ésta se mueve solidariamente con el pistón 11.

35

La impresión 3D FBF, objeto de la presente invención, está basada en la tecnología FDM, por lo que, al igual que en ésta, los materiales empleados tienen una proporción total o mayoritaria de termopolímero. Debido a que la principal aplicación del sistema de la invención es el ensayo de nuevos materiales, puede ser necesario combinar los termopolímeros con otros materiales, fusibles o no fusibles, tanto inorgánicos (povos de cerámica, metal, grafito, grafeno, etc.) como orgánicos, como proteínas o péptidos. La proporción de ingredientes no fusibles viene determinada por las características de formulación a ensayar en cada caso. El límite superior de dicha proporción está dado por la fluidez necesaria para extruir el material a través de la boquilla 9 del cabezal extrusor 2 de la impresora 3D FBF. Los materiales fusibles que forman parte de la composición de las barras fusibles 1 han de incorporarse al molde de forma fragmentada, por lo que, cuando no está disponible el formato *pellet* (pequeño fragmento o bola, terminología al uso en el campo de la ingeniería de materiales) esos materiales han de ser divididos en porciones pequeñas. A continuación, los termopolímeros se mezclan con el material o los materiales con los que se desea combinar. Por otro lado, los materiales no fusibles se incorporan en forma pulverizada para disminuir el riesgo de atasco de la boquilla extrusora 9 del cabezal de extrusión 2. El objetivo en este caso es lograr un material con la forma adecuada (barra), dimensiones y composiciones exactas, alta homogeneidad, ausencia de impurezas y de burbujas de aire, y generación mínima de desperdicios.

Al igual que los filamentos empleados en la impresión FDM con filamentos, las barras fusibles 1 de material usadas en la presente invención han de ser muy homogéneas para evitar el atasco de la boquilla de extrusión 9 de cabezal de extrusión 2, así como de sección muy precisa para asegurar la extrusión de los caudales exactos de material fundido. Para cumplir con ambos requisitos se realiza un calentamiento a temperaturas que están en el rango de las temperaturas propias para la fusión de los componentes fusibles que forman parte de la formulación en cada caso. Así mismo, se incluye una homogeneización en caliente e *in situ*, que minimiza la incorporación de burbujas de aire en la fabricación de la barra fusible 1.

Para producir las barras fusibles 1 se emplea un molde que consta de un cuerpo 21 tubular de silicona resistente al calor, abierto por ambos extremos. Se cierra por un extremo inferior mediante un tapón inferior 22 de PTFE, que también hace las funciones de base de apoyo. Consta en su extremo superior de un tapón superior 23, también de PTFE, que encajan en el cuerpo 21 del molde y que comprende, a su vez, una perforación excéntrica 24, pasante, paralela al eje vertical, y en el que se aloja una varilla 25 metálica de acero inoxidable que penetra en la cámara de fusión del molde y está configurada para homogeneizar la mezcla contenida en el

molde. El tapón superior 22 posee un perfil 26 de diámetro mayor que el del cuerpo 21 y permite su rotación manual para lograr una homogeneización en caliente con la mínima incorporación de burbujas de aire. El molde posee, internamente, la forma y dimensiones exactas de las barras fusibles 1. Los materiales que forman el molde son resistentes al calor y tienen un bajo coeficiente de fricción para mejorar el desmoldado.

Las barras fusibles 1 están formadas por la mezcla en caliente de uno o varios termopolímeros, por ejemplo, ácido poliláctico, en proporción mayoritaria y uno o varios materiales no fundentes, como cerámicas, polvos metálicos u otros compuestos. Los termopolímeros como la policaprolactona, con temperaturas de fusión relativamente bajas, permiten trabajar con compuestos biológicos termolábiles, como las proteínas. Concretamente, se incluyen las siguientes combinaciones: (i) una primera combinación de ácido poliláctico (PLA de su denominación en inglés) en cualquiera de sus formas quirales poli (D, L – láctico), poli (D – láctico) o poli (L – láctico) con cerámicas, polvos metálicos, grafeno o grafito; (ii) una segunda combinación de policaprolactona con cerámicas, polvos metálicos, grafeno o grafito y proteínas; y (iii) una tercera combinación de cualquiera de los anteriores.

Más concretamente, en una realización particular de la invención, la barra fusible 1 está compuesta por ácido poliláctico (PLA) y una cerámica. El PLA se incorpora como componente mayoritario, en una proporción que viene determinada por los requerimientos concretos de la formulación de material a ensayar, así como por el límite soportado por el proceso de impresión tridimensional. Para ser procesados en el molde y lograr una homogeneización adecuada de los dos materiales, el PLA se incorpora en forma de *pellets* o, en general, de fragmentos de pequeño calibre y la cerámica se incorpora fragmentada, en forma de polvo, con calibre muy inferior al diámetro de la boquilla de extrusión 9 del cabezal extrusor 2. A continuación se mezclan los fragmentos de PLA con la cerámica. Esta mezcla se introduce en el molde, formado en esta fase por el cuerpo 21 tubular y el tapón inferior 22 para su calentamiento al horno. A medida que los materiales se van fundiendo, la mezcla pierde volumen aparente por la pérdida de aire y se asienta en el fondo del molde, quedando un espacio disponible que se rellena con más mezcla. Una vez fundida, al menos parcialmente, la mezcla de ingredientes en la cantidad definitiva, el molde se extrae del horno, se introduce la varilla 25 de acero inoxidable y se la hace rotar para realizar una primera homogeneización. Puede ser necesario repetir este proceso a distintos intervalos de horneado. Una vez fundida y homogeneizada la mezcla se coloca el tapón superior 23 haciendo pasar la varilla 25 que habría quedado dentro del molde, por la perforación excéntrica 24 para inmediatamente proceder a una segunda homogeneización imprimiendo un

movimiento rotatorio, asiendo por el perfil 26 del tapón superior 23, al conjunto formado por el tapón superior 23 y la varilla 25, con la intención de favorecer la evacuación de las burbujas que pudieran haber quedado atrapadas en la mezcla. La varilla 25 situada excéntricamente dentro del molde, produce la segunda homogeneización de los materiales. Tras una nueva etapa de horneado, la varilla 25 se extrae en caliente del molde a través de la perforación excéntrica 24 en la que está instalada, sin retirar el tapón superior 23; de esta forma se retiene el material fundido en el interior del molde. Debido a la alta viscosidad de la mayoría de materiales, puede ser necesaria una última etapa de horneado que asiente los materiales fundidos expulsando, por flotación, las burbujas de aire que hayan podido formarse durante la homogeneización. Una vez enfriado el molde hasta la solidificación completa de la barra fusible 1, se retira el tapón superior 23 e inferior 22 y se extrae la barra fusible 1 del cuerpo 21 tubular de silicona.

Los productos impresos tienen una pluralidad de usos y aplicaciones. El primer uso es la medicina regenerativa, para la producción de nuevos biomateriales y réplicas anatómicas para el reemplazo quirúrgico de elementos dañados e inexistentes. Otra aplicación es el ensayo de nuevos materiales para la impresión 3D FDM en cualquier campo en que ésta se aplique.

REIVINDICACIONES

1. Una impresora 3D con barras rígidas fusibles (1) que se caracteriza porque comprende un cabezal extrusor (2) que consta de un tubo (4) rígido en el que se aloja una barra fusible (1) rígida y es antiadherente al menos en su superficie interior, un pistón (11) que impulsa la barra fusible (1) dentro del tubo (4) hacia un extremo caliente (5) y, vinculado al tubo (4), un sistema de refrigeración (17) mediante líquido y porque el extremo inferior del pistón (11) está vinculado con el extremo superior de la barra fusible (1) de tal modo que el movimiento de dicho pistón (11) acciona solidariamente a la barra fusible (1) en la dirección (vertical) del pistón (11) y en ambos sentidos.
2. La impresora 3D según la reivindicación 1, caracterizada porque la superficie antiadherente del tubo (4) consiste en una funda interior de PTFE.
3. La impresora 3D según la reivindicación 1, caracterizada porque el sistema de refrigeración (17) es un serpentín metálico dispuesto alrededor del tubo (4) y emplea agua como líquido refrigerante.
4. La impresora 3D según la reivindicación 1, caracterizada porque el tubo (4) del cabezal extrusor (2) comprende un rebaje (18) en su cara exterior, entre el extremo caliente y el sistema de refrigeración (17).
5. La impresora 3D según la reivindicación 1, caracterizada porque el pistón (11) es movido por un motor (15) mediante un mecanismo cremallera – piñón.
6. Una barra fusible (1) de material rígido que se emplea en una impresora 3D de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que incluye en su composición al menos un termopolímero.
7. La barra fusible (1) de la reivindicación 6, donde el termopolímero es uno seleccionado entre: policaprolactona, ácido poliglicólico (PGA) o ácido poliláctico en una o más de sus formas quirales: poli (D, L – láctico), poli (D – láctico) o poli (L – láctico) así como combinaciones de cualquiera de esos compuestos.
8. La barra fusible (1) de la reivindicación 6, caracterizada porque comprende, además, un

material no termopolimérico.

9. La barra fusible (1) de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada porque el material no termopolimérico es cerámico, metálico, grafito, grafeno o combinaciones de éstos.

5

10. La barra fusible (1) de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada porque el material no termopolimérico es un material orgánico,

11. La barra fusible (1) de acuerdo con la reivindicación 9 caracterizada porque el material orgánico es una proteína o un péptido.

10

12. Una barra fusible (1) de material rígido que se emplea en una impresora 3D de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque es un biomaterial.

13. Uso de la impresora 3D de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 caracterizada porque los elementos tridimensionales obtenidos tienen aplicación en medicina regenerativa.

15

14. Uso de la impresora 3D de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 caracterizada porque los elementos tridimensionales obtenidos tienen aplicación en veterinaria.

20

15. Uso de la impresora 3D de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 y 12 a 14, caracterizada porque los elementos tridimensionales que produce son una réplica morfológica de partes de la anatomía con uso clínico o experimental partiendo de archivos anatómicos digitales.

25

16. Uso de la impresora 3D de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 caracterizada porque es empleada en campos distintos del biomédico para el ensayo de nuevos materiales de impresión 3D.

30

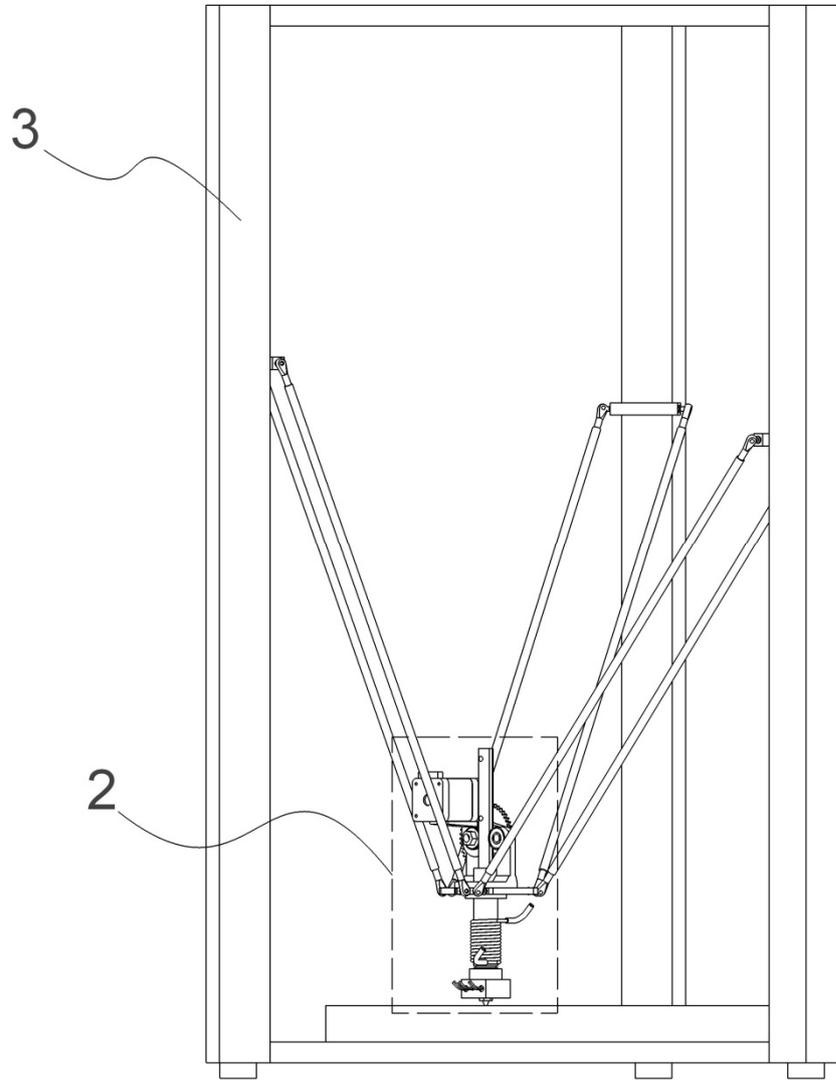


FIG.1

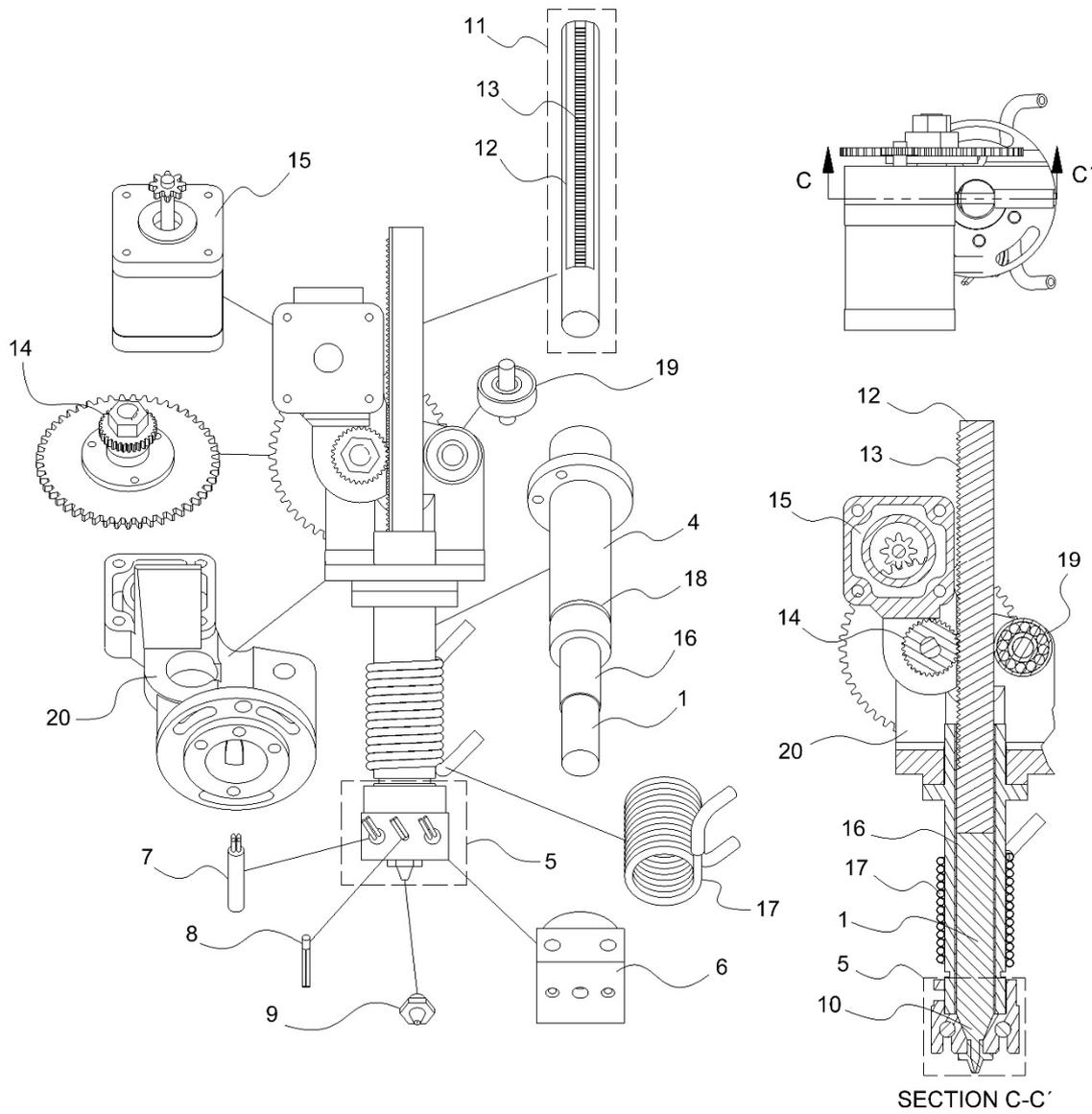


FIG.2

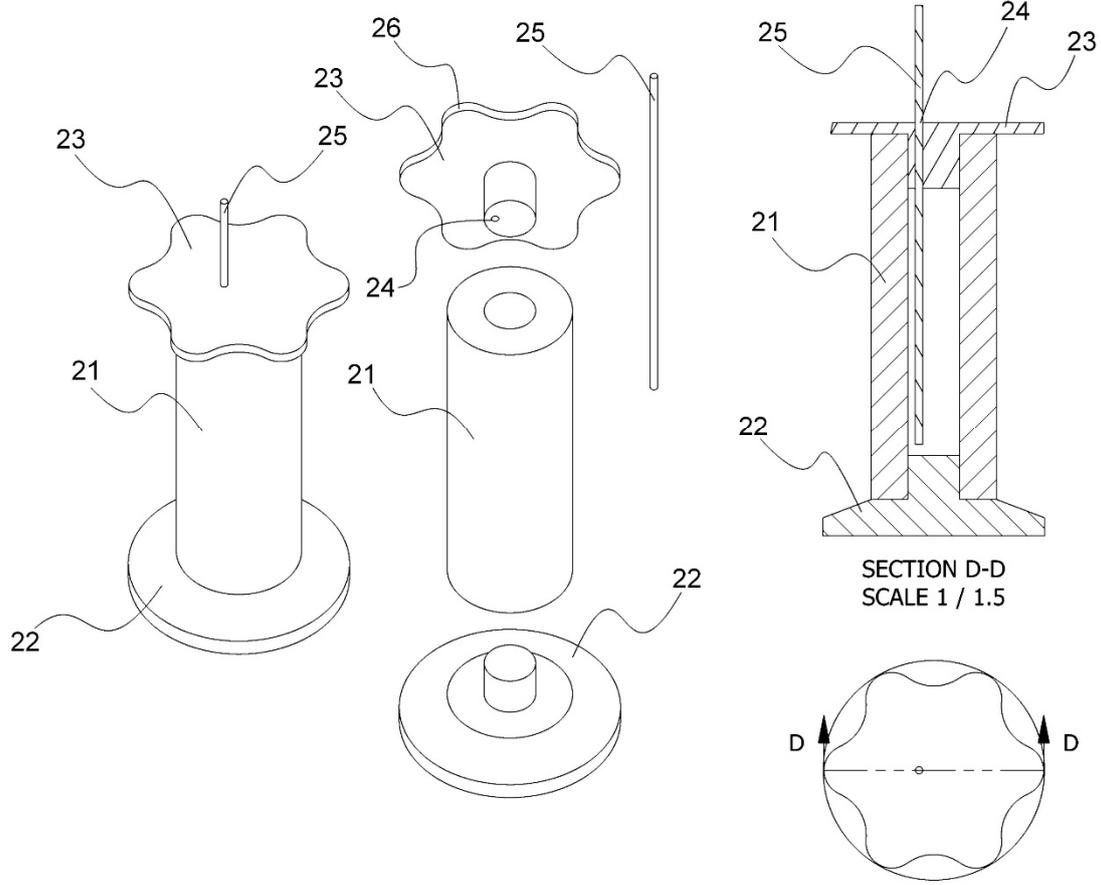


FIG.3