

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 944 600**

51 Int. Cl.:

B29C 48/285 (2009.01)

B33Y 40/00 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2018 PCT/EP2018/067130**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.01.2019 WO19007756**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2018 E 18739471 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2023 EP 3648946**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la extrusión de materiales a granel deformables termomecánicamente y extrusora de tornillo sinfín de construcción compacta**

30 Prioridad:

04.07.2017 DE 102017114841

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

22.06.2023

73 Titular/es:

**AIM3D GMBH (100.0%)
Industriestrasse 12
18069 Rostock, DE**

72 Inventor/es:

**RÜCKBORN, TOM;
ZIELKE, RENÉ;
LIEBERWIRTH, CLEMENS;
MORRISON, VINCENT y
SEITZ, HERMANN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 944 600 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

Dispositivo y procedimiento para la extrusión de materiales a granel deformables termomecánicamente y extrusora de tornillo sinfín de construcción compacta

5 La invención se refiere a un procedimiento para la extrusión de material granular deformable termomecánicamente para un proceso de fabricación aditiva. Mediante la invención se produce una reducción del tamaño de construcción de extrusoras de tornillo sinfín verticales para la fabricación aditiva con granulados de moldeo por inyección de metal, cerámica y materia sintética.

10 La extrusión de materiales plastificables bajo la influencia térmica y mecánica se utiliza hoy en día principalmente en el ámbito del moldeo por inyección y la fundición a presión. Los procedimientos son principalmente adecuados para aplicaciones en serie, ya que para cada componente que ha de ser fabricado se requiere un molde de inyección. Desde el establecimiento de diversos procesos de fabricación aditiva, también es posible producir componentes tridimensionales complejos a partir de materiales termoplásticos o metálicos. Ya no hay necesidad de crear un molde para ello. En algunos de estos procedimientos de fabricación aditiva se utilizan procesos de extrusión para construir componentes tridimensionales capa por capa. Por ejemplo, para el procedimiento CEM se requiere una extrusora de tornillo sinfín compacta.

20 En el campo del moldeo por inyección, generalmente se utilizan los denominados extrusores de tornillo sinfín de tres zonas, que tienen las siguientes funciones:

25 la alimentación del material,
el transporte del material a la boquilla,
la compresión y desaireación del material,
la homogeneización del material,
el establecimiento de presión para llenar la matriz.

30 Para garantizar que el material pueda ser alimentado y transportado, normalmente se elige una relación entre el radio exterior de la pala del tornillo sinfín y el radio del eje de tornillo sinfín, que corresponde a un múltiplo del tamaño de grano del granulado que ha de ser procesado. La compresión y homogeneización del material tiene como consecuencia un establecimiento de presión que es necesario para la extrusión uniforme de un material exento de aire. Cabe tener en cuenta que unas tasas de compresión demasiado altas conducen a altos esfuerzos de cizallamiento para el material. Precisamente en el caso de materiales compuestos, esto puede conducir a procesos de desmezcla no deseados. Para evitar esto y lograr al mismo tiempo una compresión y una homogeneización suficientes, el aumento del diámetro del tornillo sinfín se elige de forma no demasiado grande. La solución constructiva consiste en una zona de compresión más larga. Por lo tanto, las proporciones habituales entre el diámetro del tornillo sinfín y la longitud del tornillo sinfín se sitúa entre aprox. 16 y 20. Se conocen soluciones en las que se describen extrusores de tornillo sinfín más compactos. Los documentos US 2016 347 000 A1 y XP054 978 594 describen extrusores de fabricación aditiva con herramientas de trituración.

45 El documento EP 1 063 075 B1 describe una extrusora de tornillo sinfín compacta que reduce la longitud total de la extrusora utilizando varios tornillos sinfín dispuestos en paralelo. En este caso, dos tornillos sinfín discurren en una dirección en una cámara común. Al final de la cámara, el material se transfiere a través de un pasaje a otra cámara, en la que dos tornillos sinfín que discurren en paralelo transportan el material en direcciones opuestas. En este caso, el paso del tornillo sinfín se varía de tal manera que el material se compacta paso a paso. El grado de compactación se puede ajustar enfilando varias cámaras con tornillos sinfín que funcionan en paralelo. La solución descrita reduce la longitud de la carcasa de extrusora a costa de una mayor anchura debido a las cámaras dispuestas en paralelo. El espacio de instalación y el peso de la extrusora no se reducen, y tampoco se reduce la longitud efectiva del tornillo sinfín, ya que el material tiene que pasar por todas las cámaras.

50 En el documento CN 105 936 119 A asimismo se describe una extrusora de tornillo sinfín de construcción compacta. En esta solución se trata de una estructura coaxial de dos tornillos sinfín en una carcasa. El material primero es suministrado radialmente en el tornillo sinfín exterior que está realizado como árbol hueco. Al final de la dirección de transporte, el material se desvía hacia un intersticio originado por la disposición de un tornillo sinfín adicional en el árbol hueco, que transporta en la dirección opuesta. Por la disposición adicional de una geometría de tornillo sinfín inversa en la pared interior del tornillo sinfín de árbol hueco resulta un efecto de compresión aún mayor. Esta solución asimismo reduce la longitud de la carcasa de extrusora, pero la longitud efectiva del tornillo sinfín sigue siendo prácticamente la misma, ya que el material es transferido a un tornillo sinfín adicional que está dispuesto ahorrando espacio. De esta manera, aumenta el diámetro de la carcasa de extrusora y su masa.

65 En el campo de la fabricación aditiva por medio de materiales deformables termomecánicamente, se usan en gran parte hilos de materia sintética que se introducen por presión en una boquilla calentada para representar el proceso de extrusión. También existen soluciones conocidas que usan una extrusora de tornillo sinfín para el proceso de extrusión.

- En el documento DE 20 2005 018 685 U1 se presenta una extrusora de soldadura manual que, a través de una arista cortante, orientada hacia el accionamiento del tornillo sinfín, en la hoja de tornillo sinfín, corta un material termoplástico durante su alimentación al extrusor. El material se alimenta al extrusor de tornillo sinfín a través de una rosca de alimentación. La rosca de alimentación se extiende hasta dentro del canal, a través del cual se alimenta el material termoplástico al tornillo sinfín. Además, también en el canal de alimentación, de forma opuesta a la rosca de alimentación, se encuentra un dispositivo para establecer una contratensión ajustable con respecto a la rosca de alimentación. La configuración del canal de alimentación, incluido el contratensor y la rosca de alimentación, deja claro que se trata de una solución para procesar filamentos o alambre de soldadura de materia sintética, como se utiliza habitualmente en extrusores de soldadura manual. El dispositivo tiene el objetivo de alimentar el material enrollado en un rollo al extrusor, donde es dividido por la arista cortante de la hélice del tornillo sinfín. La solución no es adecuada para el procesamiento de material de moldeo por inyección en forma de granulado, ya que no puede ser alimentado pasando entre el contratensor y la rosca de alimentación. En consecuencia, la arista cortante del tornillo sinfín tampoco puede ejercer ninguna fuerza sobre el material, porque este no está fijado en ninguna parte.
- En el documento DE 10 2014 018 081 A1 se describe un sistema para la fabricación aditiva de componentes metálicos. Aquí también se utiliza una extrusora de tornillo sinfín que procesa el material presente como granulado. En un cabezal de impresión móvil, el material deformable termoplásticamente se extruye capa a capa por medio de una extrusora de tornillo sinfín dispuesta verticalmente, para producir componentes tridimensionales. La solución descrita se refiere principalmente a la disposición del cabezal de impresión en el sistema general, así como a la manera de alimentación de material al cabezal de impresión. Además, se describen otras realizaciones de extrusoras que no se basan en el procesamiento de granulados. La presente solución no describe la manera de configuración de la extrusora con respecto al tamaño de construcción más pequeño posible con una tasa de compresión constantemente alta. Sólo se indica que se utiliza un tornillo sinfín de compresión con una forma cónica.
- El documento US 2015/ 0 321 419 A1 asimismo describe una instalación para el procesamiento aditivo de material granular. Aquí también se utiliza una extrusora de tornillo sinfín que puede estar realizada tanto vertical como horizontalmente, pero siempre de forma estacionaria. El material es conducido a través de una tolva de llenado y un tobogán directamente a través de una abertura en la pared de tubo a un tornillo sinfín de extrusora. El tornillo sinfín está realizado como un tornillo sinfín de tres zonas y tiene una relación longitud / diámetro de 15 a 24. Aunque se trata de un tornillo sinfín con un diámetro de escala menor, tiene la misma relación longitud/diámetro que los tornillos sinfín de extrusión de tres zonas convencionales del sector del moldeo por inyección. No se describe una reducción en la relación longitud/diámetro. Por la realización de la recepción de material como una sección de tubería, se trata simplemente de una estructura clásica de extrusora de tornillo sinfín de tres zonas colocada verticalmente.
- El uso de extrusoras de tornillo sinfín para la fabricación aditiva está limitado principalmente por su tamaño de construcción, que se define sobre todo por la longitud del tornillo sinfín y su peso, ya que o bien deben estar realizadas de forma desplazable, o bien se mueve el campo de construcción completo. Sin embargo, la última solución hace necesario sobredimensionar significativamente la impresora completa.
- Con las soluciones conocidas del estado de la técnica, hasta ahora no ha sido posible reducir la relación longitud/diámetro de los tornillos sinfín de extrusión. Para lograr altas tasas de construcción y, por tanto, altas velocidades en un proceso de fabricación aditiva, los elementos desplazables de la instalación deben moverse lo más rápido posible. En la solución descrita en el documento US 2015/0 321 419 A1, debido al hecho de que la extrusora no se puede reducir más de tamaño, la superficie de construcción en la que se imprime la pieza se desplaza en x, y y z. En el caso de componentes más grandes o en caso de usar material con una mayor densidad, ya no son posibles altas tasas de construcción a causa de la gran masa movida. Las demás soluciones conocidas solo reducen la longitud de la extrusora, pero no su tamaño de construcción o la masa; también la relación longitud/diámetro permanece respectivamente más o menos sin cambios.
- En el documento AT 407 848 B se describe un dispositivo para procesar residuos de materia sintética termoplástica. Un contenedor en forma de cono truncado sirve para la alimentación de material de materia sintética. A través de una abertura de descarga, el material de materia sintética es transferido a una extrusora postconectada. En el recipiente está dispuesto al menos un primer tornillo sinfín con un núcleo y una hélice de tornillo sinfín formada en este. La pared interior del contenedor está provista de una hélice de tornillo sinfín, por lo que los residuos de materia sintética son transportados a la extrusora y desde allí siguen siendo transportados por medio del tornillo sinfín de extrusora. La solución está dirigida a un dispositivo para el procesamiento de material de alimentación de materia sintética, que ofrece una solución al problema de la formación de puentes del material de materia sintética en el recipiente receptor y que proporciona un efecto de relleno suficiente y un suministro de material satisfactorio a una extrusora postconectada. Se puede procesar una amplia variedad de densidades de empaque y composiciones del material de materia sintética alimentado.
- El documento CH 503 563 A se refiere a una extrusora de tornillo sinfín para el procesamiento de materiales termoplásticos en forma de polvo, de gránulos o similares, en particular aquellos con un comportamiento de flujo similar al de un líquido y masas fundidas líquidas. Por la presencia de muros de contención fijos en el interior de la hélice se pretende evitar que la masa a transportar gire o se desvíe en el interior de la tolva de llenado. Mediante un cuerpo de desplazamiento adicional se pretende acortar a discreción el trayecto que las partículas de polvo o de líquido pueden

recorrer en la dirección radial y ajustarlo al valor más favorable.

El documento DE 12 719 73 A se refiere a una prensa de tornillo sinfín de funcionamiento continuo para materias sintéticas termoplásticas con una densidad aparente extremadamente baja, en particular para productos de desecho. La prensa de tornillo sinfín se compone, entre otras cosas, de un tornillo sinfín horizontal rotatorio con diferentes alturas de alma, que se ensancha fuertemente de forma cónica en el extremo de llenado y disminuye en la dirección de transporte. En el área de la zona de alimentación, la pared interior de carcasa que circunda el tornillo sinfín está provista de un estriado longitudinal. El alma de tornillo sinfín está provista de un destalonamiento inferior y/o de cavidades a lo largo del borde de su flanco propulsor. La pared interior de la abertura de alimentación está provista de una arista cortante en forma de diente de sierra que, junto con el alma de tornillo sinfín circunferencial, forma un equipo para triturar el material alimentado.

El documento DE 10 2013 002 559 A1 divulga una máquina de plastificación de un solo tornillo sinfín, en particular una máquina de moldeo por inyección de materia sintética, para transportar, fundir y homogeneizar un material de partida de polímeros de materia sintética. El diámetro de tornillo sinfín D es de al menos 150 mm y la longitud efectiva L tiene una relación L/D de 1 a 8 con respecto al diámetro de tornillo sinfín D. El tornillo sinfín está dispuesto horizontalmente, estando dispuesta la tolva de llenado en un ángulo de 90° con respecto al tornillo sinfín.

Descripción de la invención

La invención tiene el objetivo de reducir drásticamente la relación longitud/diámetro de una extrusora de tornillo sinfín. Al mismo tiempo, no obstante, debe producirse una alta compresión del material granular, para extruir un cordón denso y continuo de material. Debido a su menor masa y tamaño, las extrusoras de tornillo sinfín de este tipo podrían usarse para aplicaciones móviles, entre otras cosas, en un proceso de fabricación aditiva.

El objetivo de la invención se consigue mediante un procedimiento para la extrusión de material granular deformable termomecánicamente para un proceso de fabricación aditiva de acuerdo con la reivindicación 1.

Un dispositivo para la extrusión de materiales granulares deformables termomecánicamente comprende una extrusora de tornillo sinfín dispuesta verticalmente, de construcción compacta, con una relación longitud/diámetro de 1 a 10, preferiblemente 1 a 3, un equipo de llenado y un tornillo sinfín de extrusora que está conectado a una tolva de llenado. Además, comprende un medio que está dispuesto de forma estacionaria o móvil radialmente en la zona de alimentación de la extrusora de tornillo sinfín y que reduce la zona de alimentación en la tolva de llenado. El medio es una herramienta trituradora en forma de una sección de círculo parcial de un cono y está dispuesta de forma radialmente opuesta al equipo de llenado, por lo que el tornillo sinfín de extrusora tiene una relación radio exterior/radio de núcleo que corresponde a entre 1 y 1,5 veces el diámetro del material granular. La herramienta trituradora está conectada a una pared interior de tolva de llenado de la tolva de llenado.

El medio puede estar configurado como herramienta trituradora en forma de una pared que discurre verticalmente de un equipo de llenado.

El medio puede ser herramientas trituradoras en forma de nervaduras o cuchillas que discurren verticalmente y que están opuestas a un equipo de llenado.

Ventajosamente, la herramienta trituradora y el tornillo sinfín de extrusora pueden tener una dureza superior o igual a la dureza del material que ha de ser procesado.

El procedimiento de acuerdo con la invención para la extrusión de material granular deformable termomecánicamente para un proceso de fabricación aditiva utiliza un dispositivo que se usa en el proceso de fabricación aditiva e incluye una extrusora de tornillo sinfín dispuesta verticalmente de construcción compacta con una relación longitud/diámetro de 1 a 10. La extrusora de tornillo sinfín comprende un tornillo sinfín de extrusora, un equipo de llenado y una tolva de llenado, y el equipo de llenado presenta un extremo que está orientado hacia el tornillo sinfín de extrusora y por el que el equipo de llenado está unido a la tolva de llenado, de manera que el material granular es transportado desde el equipo de llenado a la tolva de llenado. En la tolva de llenado y en una zona de alimentación del tornillo sinfín de extrusora está dispuesta radialmente una herramienta trituradora que reduce la zona de alimentación para el tornillo sinfín de extrusora en la tolva de llenado, bloquea el movimiento del material granular en la dirección circunferencial y en la que el material granular se rompe por el giro del tornillo sinfín de extrusora. La herramienta trituradora está configurada en forma de una sección de círculo primitivo de un cono, en forma de una pared que discurre verticalmente, en forma de nervaduras o cuchillas que discurren verticalmente, o en forma de un tornillo sinfín en espiral, giratorio en sentido contrario al tornillo sinfín de extrusora, en una pared interior de la tolva de llenado. La herramienta trituradora tritura el material granular, suministrado a través del equipo de llenado, convirtiéndolo en un material predominantemente pulverulento, de modo que el polvo que va bajando llena los espacios intermedios en el material granular, lo compacta y homogeneiza, y en una zona de compresión acortada siguiente del dispositivo, el material compactado y homogeneizado se funde y abandona la extrusora de tornillo sinfín por una zona de expulsión acortada para su uso subsiguiente en el proceso de fabricación aditiva.

La ventaja del tamaño de construcción más pequeño de los tornillos sinfín de extrusora que se puede lograr radica en la realización de extrusoras de tornillo sinfín móviles compactas, por ejemplo, para la fabricación aditiva. Reduciendo la masa de la extrusora, se pueden lograr velocidades de construcción aún mayores que con las soluciones descritas en el estado de la técnica. A pesar de la reducción del tamaño de construcción de la extrusora, no obstante pueden usarse granulados estándar relativamente gruesos del ámbito del moldeo por inyección.

Realización de la invención

La invención se describe con más detalle con la ayuda de ejemplos de realización. A este respecto, muestran:

- la figura 1 un primer ejemplo de realización para la solución según la invención en la zona de alimentación de una extrusora de tornillo sinfín vertical,
- la figura 2 una vista de la figura 1 en vista en planta desde arriba;
- la figura 3 una vista en detalle de la figura 1,
- la figura 4 otra vista en detalle de la figura 1;
- la figura 5 otra vista detallada de la figura 1 con un material granular,
- la figura 6 otro ejemplo de realización en vista en planta desde arriba,
- la figura 7 otro ejemplo de realización con una rosca que gira en sentido opuesto en la pared interior del embudo de llenado.

La figura 1 muestra el dispositivo en un primer ejemplo de realización. Aquí se puede ver la extrusora vertical 1 con su tornillo sinfín de extrusora 2. La extrusora 1 está unida a un equipo de llenado 3. En su extremo orientado hacia el tornillo sinfín de extrusora 2, el equipo de llenado 3 está unido a una tolva de llenado 4 que está en contacto directo con el tornillo sinfín de extrusora 2 y es coaxial con el mismo, siendo transportado el material 6 presente en forma de granulado desde el equipo de llenado 3 a la tolva de llenado 4. Una reducida altura total y una reducción en la relación longitud/diámetro de la extrusora de tornillo sinfín se realizan mediante una herramienta trituradora. La herramienta trituradora está dispuesta radialmente en la zona de alimentación de la extrusora de tornillo sinfín, preferiblemente en la tolva de llenado 4, de forma estacionaria o móvil.

La solución mostrada en las figuras 1 a 4 comprende, como herramienta trituradora, una sección circular parcial de un cono 5 que está dispuesto de forma radialmente opuesta al equipo de llenado 3 y está unido de forma separable al embudo de llenado 4. Por el cono 5, la zona de llenado en la tolva de llenado 4 se reduce en este punto hasta tal punto que el tornillo sinfín de extrusora 2 tiene una relación radio exterior/radio de núcleo que corresponde solo a entre 1 y 1,5 veces el diámetro del material granular 6 que ha de ser transportado (figura 3). El material granular 6 entrante cae a la tolva de llenado 4 y sigue siendo transportado por el tornillo sinfín de extrusora 2. Por la disposición radial del cono 5 en la tolva de llenado 4 se evita, por una parte, que el material 6 suministrado se mueva en el borde del tornillo sinfín de extrusora 2 solo en la dirección circunferencial, es decir, solo con el giro del tornillo sinfín de extrusora 2 y no se transporte hacia abajo. Tan pronto como los granos del material granular 6 que se encuentran en el borde del tornillo sinfín de extrusora 2 inciden sobre el cono 5, se provoca un movimiento en dirección axial por el bloqueo del movimiento en dirección circunferencial (figura 4). Debido al espacio intermedio a la vez muy pequeño entre el eje del tornillo sinfín 201 y la pala de tornillo sinfín 202, el material 6 ya no puede seguir siendo transportado en su conjunto y se rompe (figura 5). El árbol de tornillo sinfín 201 y el cono 5 deben estar hechos de un material adecuado en relación con el material 6 que ha de ser procesado. La dureza del árbol de tornillo sinfín 201 y del cono 5 debe ser superior o igual a la dureza del material 6 que ha de ser procesado. La rotura del material 6 tiene como consecuencia una acumulación de polvo fino en la tolva de llenado 4. Este polvo que va bajando llena el espacio que resulta debido a la densidad aparente del material grueso 6 en el paso de tornillo sinfín 203. De esta manera, la compresión y la homogeneización del material a transportar 6 se producen ya durante la alimentación, sin acción térmica. Dado que también se transporta menos aire hacia abajo en la extrusora 1, el material 6 se puede fundir más rápido en la zona de compresión 7 siguiente. La zona de compresión 7 y la zona de expulsión 8 se acortan significativamente, de manera que la extrusora 1 se vuelve significativamente más compacta y se puede lograr una relación longitud/diámetro de entre 3 a 10 y 1 a 3.

La figura 6 muestra otro ejemplo de realización. Todas las partes idénticas en la figura 6 se designan por los mismos signos de referencia que en las figuras 1 a 5. La estructura básica se describe bajo la figura 1, a la que se hace referencia.

La solución mostrada en la figura 6 comprende una pared 9 que discurre verticalmente como herramienta trituradora que está dispuesta de forma radialmente opuesta al equipo de llenado 3 de manera similar al cono 5. La pared 9 que discurre verticalmente funciona de manera similar al cono 5 y por esta razón no necesita explicación adicional. Asimismo, en la pared de tolva de la tolva de llenado 4 también pueden estar dispuestas nervaduras o cuchillas de manera desmontable e inmóvil, que actúan sobre el material granular 6 de la misma manera que el cono 5 o la pared 9 que discurre verticalmente.

La figura 7 muestra otro ejemplo de realización, en el que en la pared interior 401 de la tolva de llenado 4 está dispuesto un tornillo sinfín en espiral 10 que gira en sentido contrario. Por el giro del tornillo sinfín espiral 10 en sentido contrario al árbol de tornillo sinfín 201, el material granular 6 es transportado al tornillo sinfín de extrusora 2, es compactado y

los componentes del material 6 que son demasiado grandes se trituran, como resultado de lo cual el material se puede compactar más.

Las herramientas de trituración pueden estar realizados tanto como elemento estacionario o giratorio.

5 El dispositivo funciona en un amplio intervalo de números de revoluciones del tornillo sinfín de extrusora 2. De esta manera, también puede utilizarse en materiales 6 que requieren un número de revoluciones lento del tornillo sinfín.

10 También depende del material 6 la temperatura en la zona de alimentación. Los materiales 6 frágiles, como los materiales compuestos, requieren trituración en estado sólido. Los materiales 6 tenaces, como las materias sintéticas termoplásticas puras, requieren una temperatura en el intervalo de su respectiva temperatura de transición vítrea.

En el caso de un dispositivo de trituración móvil, la trituración puede tener lugar en un componente fijo de la zona de alimentación y no tiene que tener lugar en forma de un movimiento relativo al tornillo sinfín.

15

Símbolos de referencia

1	Extrusora
2	Tornillo sinfín de extrusora 201 Árbol de tornillo sinfín 202 Pala de caracol 203 Paso de tornillo sinfín
3	Equipo de llenado
4	Tolva de llenado 401 Pared interior de la tolva de llenado 4
5	Cono
6	Material presente como granulado
7	Zona de compresión
8	Zona de expulsión
9	Pared que discurre verticalmente
10	Tornillo sinfín en espiral que gira en sentido contrario

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la extrusión de material granular deformable termomecánicamente (6) para un proceso de fabricación aditiva utilizando un dispositivo que se utiliza en el proceso de fabricación aditiva y que comprende una extrusora de tornillo sinfín (1) de construcción compacta y dispuesta vertical, con una relación longitud/diámetro de 1 a 10,
- 10 en el cual la extrusora de tornillo sinfín (1) comprende un tornillo sinfín de extrusora (2), un equipo de llenado (3) y una tolva de llenado (4) y el equipo de llenado (3) presenta un extremo que está orientado hacia el tornillo sinfín de extrusora (2) y por el que el equipo de llenado (3) está unido a la tolva de llenado (4), de tal manera que el material granulado (6) es transportado desde el equipo de llenado (3) a la tolva de llenado (4),
- 15 y en el cual en la tolva de llenado (4) y en una zona de alimentación del tornillo sinfín de extrusora (2) está dispuesta radialmente una herramienta trituradora (5, 9, 10) que reduce la zona de alimentación para el tornillo sinfín de extrusora (2) en la tolva de llenado (4), bloquea el movimiento del material granular (6) en la dirección circunferencial y en la que el material granular se rompe por el giro del tornillo sinfín de extrusora(2), y en el cual la herramienta trituradora está configurada
- en forma de una sección de círculo primitivo de un cono (5),
 - en forma de una pared (9) que discurre verticalmente,
 - 20 - en forma de nervaduras o cuchillas que discurren verticalmente, o
 - en forma de un tornillo sinfín en espiral (10), que puede girar en sentido contrario al tornillo sinfín de extrusora (2), en una pared interior (401) de la tolva de llenado (4), y
- 25 en el cual la herramienta trituradora (5, 9, 10) tritura el material granular (6), suministrado a través del equipo de llenado (3), convirtiéndolo en un material (6) predominantemente pulverulento, de tal manera que el polvo que va bajando llena los espacios intermedios en el material granular (6), lo compacta y homogeneiza, y en una zona de compresión (7) acortada siguiente del dispositivo, el material (6) compactado y homogeneizado se funde y abandona la extrusora de tornillo sinfín por una zona de expulsión (8) acortada para su uso subsiguiente en el proceso de fabricación aditiva.
- 30
- 35 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la herramienta trituradora configurada en forma de un cono (5), una pared que discurre verticalmente (9), o nervaduras o cuchillas que discurren verticalmente, está dispuesta de manera opuesta al extremo del equipo de llenado (3).
3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** por la herramienta trituradora configurada en forma de un cono (5), la zona de alimentación para el tornillo sinfín de extrusora (2) en la tolva de llenado (4) se reduce de tal manera que la relación radio exterior/radio de núcleo del tornillo sinfín de extrusora (2) corresponde a entre 1 y 1,5 veces el diámetro del material granular (6).

Fig. 1

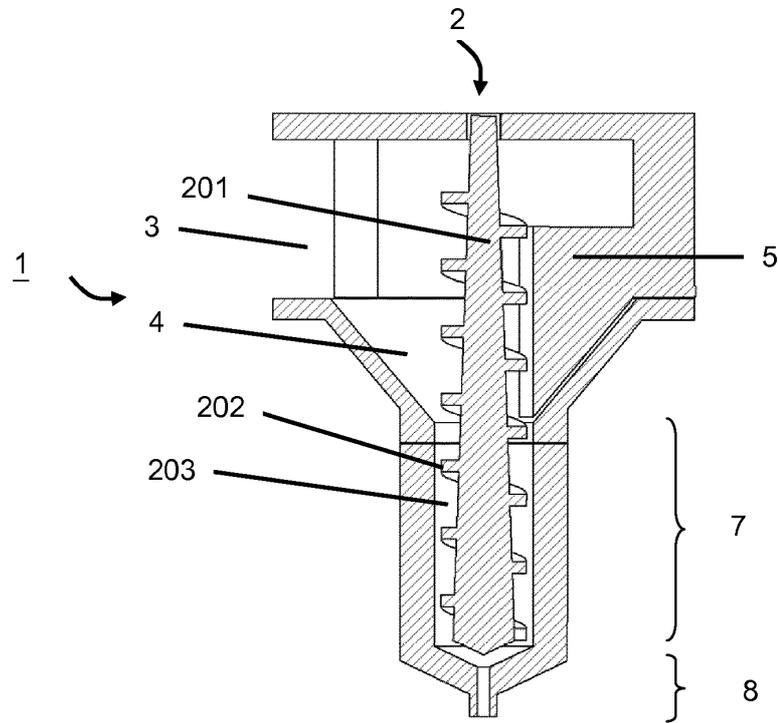


Fig. 2

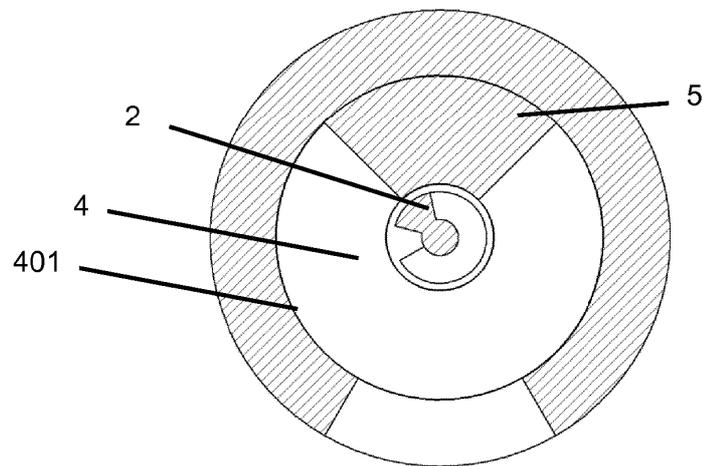


Fig. 3

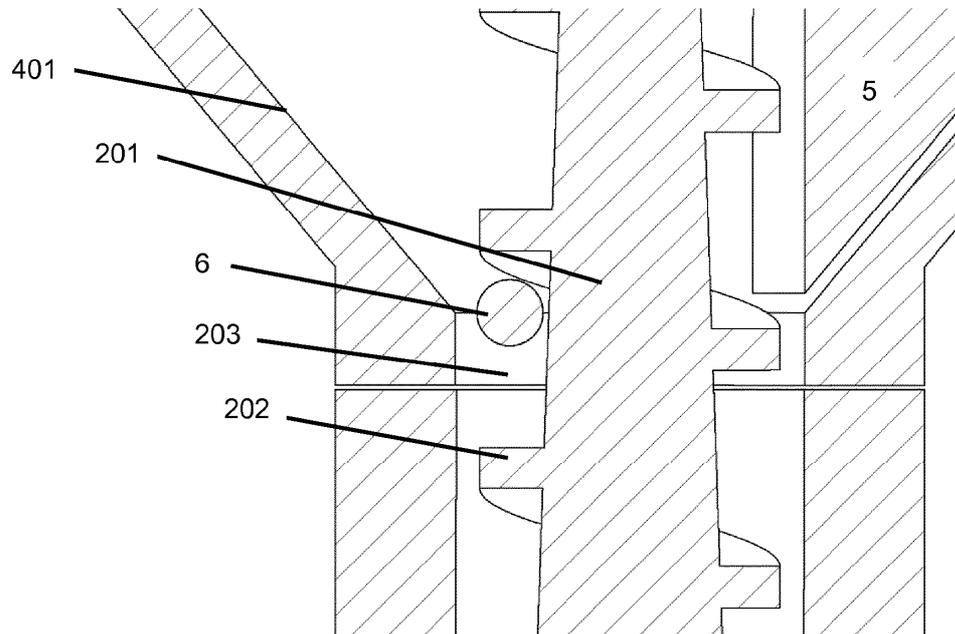


Fig. 4

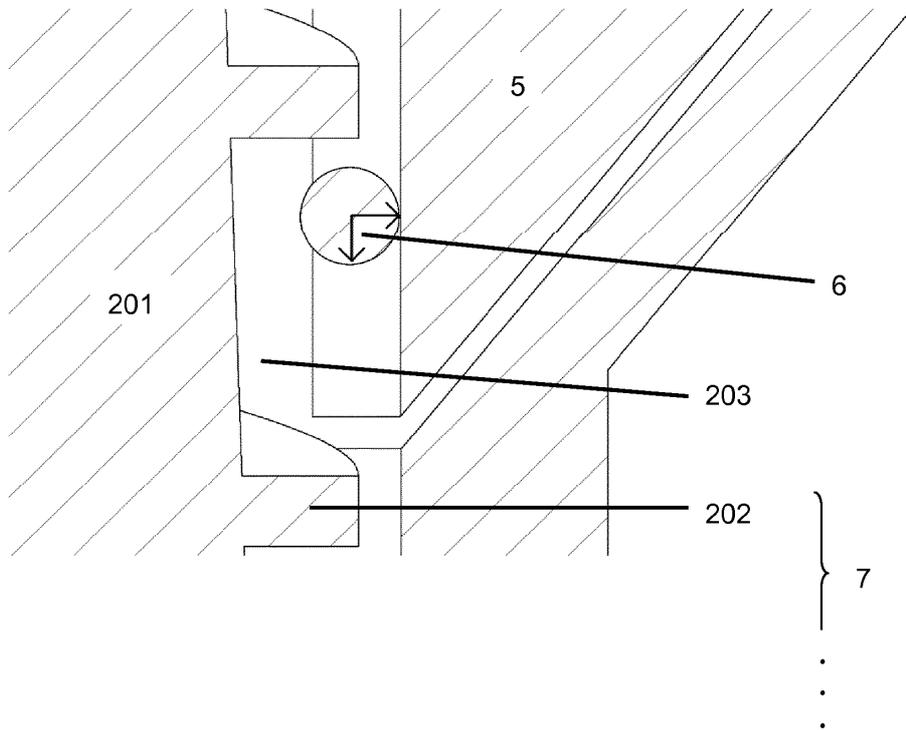


Fig. 5

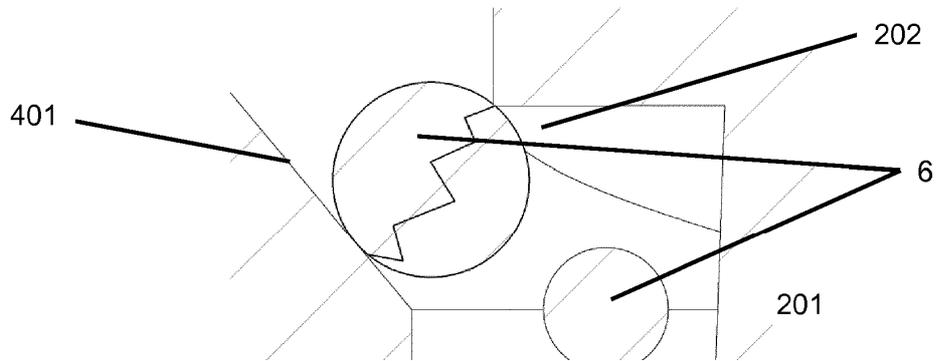


Fig. 6

