

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 108**

51 Int. Cl.:

B29B 7/42 (2006.01)
B29B 7/84 (2006.01)
B29B 7/86 (2006.01)
B29C 48/52 (2009.01)
B29C 48/53 (2009.01)
B29C 48/76 (2009.01)
B29B 7/74 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2020** **PCT/DE2020/100630**
87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2021** **WO21008659**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2020** **E 20749801 (5)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2024** **EP 3999295**

54 Título: **Extrusora para el procesamiento que aumentan la viscosidad de polímeros fundibles**

30 Prioridad:

18.07.2019 DE 102019119533

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.12.2024

73 Titular/es:

GNEUSS GMBH (100.0%)
Mönichhusen 42
32549 Bad Oeynhausen, DE

72 Inventor/es:

GNEUSS, STEPHAN;
GNEUSS, DETLEF y
GNEUSS, DANIEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 991 108 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

Extrusora para el procesamiento que aumentan la viscosidad de polímeros fundibles

La invención se refiere a una extrusora para el procesamiento que aumenta la viscosidad de polímeros fundibles con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

5 En la tecnología de plásticos, las extrusoras se utilizan para plastificar y procesar polímeros. Si el objetivo es la mera plastificación, hay muchos diseños disponibles como un monorrotor con un tornillo de extrusora o como un doble rotor con dos tornillos de extrusora, dando como resultado la geometría particular de los tornillos de extrusora que el plástico en forma de partículas sólidas se extraiga por un extremo y se derrita y expulse en forma líquida. En muchas aplicaciones, la homogeneización y la desgasificación también se llevan a cabo, por ejemplo, para eliminar la humedad
10 contenida en los sólidos. La desventaja de esto es a menudo que el fuerte cizallamiento en la extrusora conduce a una reducción de las longitudes de las cadenas moleculares del polímero y, por lo tanto, a una reducción de la viscosidad. Estos efectos se producen en particular con polímeros altamente viscosos. Sin embargo, para ciertas aplicaciones, la viscosidad no debe caer demasiado durante la plastificación en la extrusora, siempre que se requiera una viscosidad específica del polímero fundido para el proceso de procesamiento posterior. Esto se aplica, por ejemplo, al reciclaje de policondensados hidrolizables como el poliéster (PET) y, en particular, en relación con procesos
15 de procesamiento adicionales exigentes, como la producción de fibras sintéticas textiles.

El documento DE 22 37 190 A describe una extrusora para procesar compuestos de caucho que está equipado con un tornillo de extrusora. La desgasificación se mejora al aumentar el diámetro del tornillo en la región de succión, manteniéndose la profundidad de paso del alma del tornillo de extrusora en relación con la zona de admisión y
20 descarga para garantizar una capacidad de extracción constante. No se especifica una aplicación para polímeros distintos del caucho y para influir específicamente en la viscosidad.

Para plastificar y, en particular, para procesar polímeros con un aumento simultáneo de la viscosidad, por el documento EP 1 434 680 B1 se conoce un extrusor con un sistema de rotación múltiple. Esta denominada extrusora MRS tiene un tornillo de extrusora con una parte de extrusora multitornillo, en la que varios tornillos planetarios accionados están
25 dispuestos alrededor del tornillo principal. Con el tornillo de extrusora, giran como una unidad y, al mismo tiempo, giran alrededor de su propio eje. En la parte de la extrusora de múltiples tornillos, hay una mezcla y un agrandamiento considerables de la superficie, por lo que la extracción de gas dispuesta en esta región en la carcasa de la extrusora es particularmente efectiva. Como resultado de la extracción eficiente de una gran parte de la humedad contenida en el polímero, en policondensados puede lograrse una extensión de cadena significativa y, por lo tanto, un aumento de
30 la viscosidad intrínseca. Dado que las sustancias extrañas se separan al mismo tiempo, una extrusora MRS es especialmente adecuada para reciclar PET y permite obtener PET de alta pureza directamente a partir de productos reciclados en funcionamiento continuo, que se puede utilizar para envasar bebidas y alimentos sin ningún tratamiento posterior.

En el documento WO 2020-108705 A1 se describe un procedimiento para procesar partículas de plástico sólidas a partir de un policondensado usando un sistema MRS de este tipo. Una vez que las partículas de plástico se han insertado y fundido parcialmente en una primera sección de extrusora, la masa de plástico parcialmente fundida se
35 transfiere a una segunda sección de extrusora, que está diseñada como una sección de extrusora de múltiples tornillos. Se forma un cono de transición entre las secciones de la extrusora. Las partículas de plástico restantes se funden completamente detrás del cono de transición en una zona de accionamiento con piñones de accionamiento expuestos de los tornillos satélite y, a continuación, pasan a través de una zona de desgasificación en la que hay vacío. Como resultado, los componentes volátiles se eliminan del plástico fundido. Sin embargo, la principal preocupación aquí es la fusión efectiva y menos en la desgasificación particularmente intensiva, que es necesaria para algunas aplicaciones.

Si bien la viscosidad requerida para el envasado de bebidas y alimentos se puede lograr fácilmente con la conocida extrusora MRS, los procesos de aplicación que requieren PET con una viscosidad aún mayor tienen el problema de
45 que se logra una viscosidad límite máxima alcanzable incluso cuando se varían los diferentes parámetros del procedimiento en la extrusora MRS. Por lo tanto, el aumento y la disminución de la viscosidad siempre tienen lugar al mismo tiempo, y los efectos que conducen al aumento de la viscosidad prevalecen al principio, pero luego equilibran los efectos opuestos en algún momento.

El documento CN 103770312 B describe una extrusora en la que una región de alimentación, una región de mezcla de muela abrasiva, una región de relleno, una región de mezcla de muela abrasiva, una región de salida y una región de extrusión están conectadas en serie. Un primer material entra en la zona de entrada. Un segundo material entra en la región de llenado. Ambos materiales se mezclan en la región de mezcla de la muela abrasiva. La extrusora está diseñada de tal manera que el cambio de volumen de la ranura en espiral desde la región de alimentación a la región de extrusión corresponde al cambio específico de volumen en el proceso de fusión del material. Para ello, el tornillo
50 tiene saltos de diámetro. No se describe el procesamiento de materiales plásticos homogéneos y sin mezclar con el objetivo de una desgasificación severa.

- El documento EP 0588008 A1 especifica un procedimiento de desgasificación y gasificación de alto rendimiento y un dispositivo de desgasificación o gasificación para termoplásticos fundidos, etc., en los que una mezcla espumada de agente fundido y arrastrante se somete a un efecto de rodillo mecánico que destruye la espuma y se alimenta a una extrusora de desgasificación de alto rendimiento. La masa fundida se extiende sobre un área grande en capas delgadas y, simultáneamente, se somete a una presión de desgasificación reducida en todo el espacio de capa delgada del procedimiento. Sin embargo, está previsto conducir la masa fundida en varias etapas a través de una sección planetaria, donde se somete a un fuerte cizallamiento. La introducción de energía de cizallamiento es desventajosa para muchos tipos de polímeros y evita un aumento de la viscosidad intrínseca, por ejemplo, cuando se procesa poliéster.
- El objeto de la invención es, por lo tanto, hacer posible tratar la masa fundida polimérica, en particular PET, pudiendo alcanzarse una viscosidad intrínseca alta de al menos 0,7 ml/g.
- Este objetivo se logra mediante una extrusora con las características de la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se reivindican en las reivindicaciones subordinadas.
- Sorprendentemente, tiene éxito un concepto que combina las características de diseño individuales de la probada extrusora MRS para el procesamiento de PET con el conocido monorrotor para el procesamiento de caucho, pero también añade otra innovación importante.
- En primer lugar, la solución de la invención se basa en un concepto de monorrotor, es decir, en una extrusora con un solo tornillo de extrusora. Según la invención, se prescinde de los tornillos planetarios presentes en la extrusora MRS conocida, que representan la mayor parte del cizallamiento del polímero. Para aumentar la velocidad circunferencial en la zona de succión al vacío, se proporciona un aumento parcial del diámetro del tornillo de la extrusora en una zona de desgasificación. Sin embargo, el aumento de la viscosidad que se puede lograr con la extrusora según la invención se debe esencialmente al hecho de que la zona de desgasificación está dividida en dos y comprende las siguientes características esenciales:
- para poder hacer referencia a la geometría del tornillo de la extrusora, los diámetros se denominan de la siguiente manera:
- D1 en una zona de entrada/medición
 - D2 en una zona de descarga, y
 - D2 en la región intermedia en la que también está dispuesta la zona de desgasificación.
- El diámetro exterior del tornillo de extrusora, que está definido por el borde exterior del alma del tornillo de extrusora en el árbol del tornillo de extrusora, aumenta significativamente en comparación con la zona de entrada y medición anterior, así como con la zona de descarga adyacente, y es de al menos 1,2 veces a 2,0 veces el diámetro allí. Preferiblemente, es en gran medida constante a lo largo de la longitud, lo que da como resultado una curva de envolvente cilíndrica. Como resultado, el taladro asociado en la carcasa se puede producir fácilmente y son posibles pequeños desplazamientos axiales entre el tornillo de extrusora y la carcasa. Solo en las regiones de transición a las secciones del tornillo de extrusora antes y después hay preferentemente una forma de cono.
- El diámetro exterior del núcleo del árbol del tornillo de extrusora, por otro lado, varía mucho en dos regiones parciales de la zona de desgasificación: mientras que también es grande en una región inicial aguas arriba, con lo que resulta una profundidad de trayectoria baja entre las secciones paralelas del alma del tornillo de extrusora, es significativamente más pequeña en la región final posterior, de modo que resulta en pasos profundos.
- La al menos una abertura de succión de la carcasa está ubicada donde la profundidad de paso es grande. Puede extenderse hasta el salto de diámetro del núcleo de la onda entre las regiones inicial y final.
- La masa fundida, que ya se ha plastificado en la primera parte del tornillo de extrusora, está muy comprimida en la región inicial de la zona de desgasificación, ya que el volumen libre en los pasos formados entre el alma del tornillo, el núcleo del árbol y el taladro de la carcasa es reducido.
- Sin embargo, en la región final de la zona de desgasificación, el volumen es mucho mayor y no puede llenarse aproximadamente con la masa fundida introducida. Por lo tanto, al saltar el diámetro del núcleo de la onda, se produce una expansión repentina de la masa fundida hasta el volumen libre. El flujo de masa fundida se rompe y da como resultado un aumento significativo en el área superficial de la masa fundida, lo que permite la extracción de sustancias volátiles de la masa fundida.
- La potencia de accionamiento de la extrusora según la invención se reduce en comparación con el estado de la técnica debido a la omisión de los tornillos satélite accionados.
- Si se selecciona el diámetro $D2 > 1,5 \times D1$, se garantiza que se logre una interacción aún mayor entre la masa fundida y el vacío en la cámara de vacío de la extrusora formada por la conexión de desgasificación.

Es conveniente que la longitud del tornillo en la zona de desgasificación sea de $2 \times D2$. Esto da como resultado una superficie lo más grande posible que se puede desgasificar a través de la conexión de desgasificación, de modo que la superficie sobre la que puede actuar el vacío es solo un poco más pequeña que la de una pieza de extrusora multitornillo genérica.

- 5 Si, por ejemplo, la inclinación del alma de tornillo en la zona de entrada y en la zona de desgasificación es esencialmente la misma, es ventajoso que se proporcione al menos un alma de tornillo adicional con sustancialmente la misma inclinación en la zona de desgasificación del tornillo entre el alma de tornillo.

- 10 Gracias al aumento del diámetro en la región final de la zona de desgasificación de la extrusora, el alma de tornillo estaría significativamente más separada en la misma inclinación que en la zona de entrada/dosificación o la zona de descarga del tornillo. Al proporcionar al menos una segunda alma de tornillos o varias almas de tornillo, que están dispuestas dentro de la primera alma de tornillo, hay más puntos de cizallamiento entre la carcasa y las espirales, que pueden realizar trabajos de flexión y avance, de modo que la superficie de la masa fundida en la zona de desgasificación aumenta aún más.

- 15 Sin embargo, también es posible que, por ejemplo, la inclinación del tornillo en la zona de entrada/medición y en la zona de descarga sea esencialmente la misma, pero que la inclinación de la espiral del tornillo en la zona de desgasificación sea mayor que allí.

Como resultado, el alma de tornillo crece más cerca una de la otra en la zona de desgasificación de la extrusora. Esto también significa que se pueden introducir más trabajos de flexión y avance en la masa fundida, lo que aumenta la superficie de la masa fundida que entra en contacto con el vacío.

- 20 Es ventajoso que la profundidad de paso del alma de tornillo en la zona de desgasificación sea al menos el 10 % del diámetro $D2$ del tornillo en la zona de desgasificación. Sin embargo, también es ventajoso que la superficie de los pasos formados entre el/las almas de tornillo en la zona de desgasificación del tornillo sea al menos 1,5 veces mayor que la superficie de la ranura dispuesta entre la espiral en la región de entrada.

- 25 Cada una de estas medidas asegura que los pasos entre las almas de tornillo no estén completamente llenos de masa fundida. La masa fundida tiene la mayor altura en una ranura correspondiente en el flanco de las almas de tornillo y cae al fondo y/o puede extenderse en una longitud mayor. Además, el movimiento del tornillo también puede provocar que la masa fundida penetre en el paso. Estas medidas también sirven para garantizar que, al mismo tiempo, una superficie de masa fundida más grande entre en contacto con la presión negativa que prevalece en los puertos de desgasificación y, por tanto, la masa fundida se pueda desgasificar más fácilmente.

- 30 Puede ser ventajoso que la extrusora tenga un estrangulador ajustable o un anillo de retención ajustable en la transición de la zona de dosificación a la zona de desgasificación, a través del cual se pueda ajustar el espacio de cizallamiento. Por un lado, esto permite garantizar que solo la masa fundida perfectamente plastificada entre en la zona de desgasificación. Por otro lado, se consigue un cierto sellado, lo que garantiza que no pueda haber ningún cortocircuito para la presión negativa en la zona de entrada.

- 35 En resumen, la invención se basa en el hecho de que la masa fundida se desgarrar, se gira y se mezcla en la zona de succión no mediante elementos de mezcla mecánicos como en la técnica anterior, sino mediante el principio de una boquilla de expansión, que, en la invención, se efectúa reduciendo repentinamente el diámetro del núcleo con el mismo diámetro exterior del alma y un diámetro interior constante del taladro de carcasa en esta región.

- 40 Además de los efectos mecánicos descritos sobre la masa fundida, el principio según la invención de la boquilla de expansión en la zona de desgasificación también produce un efecto de temperatura, es decir, un enfriamiento. El enfriamiento resultante se puede usar de varias maneras como un efecto adicional en la extrusora según la invención.

- 45 Si bien la extrusora MRS de la técnica anterior casi siempre requiere un enfriamiento interno del árbol del tornillo de extrusora en la zona de desgasificación para compensar la enorme entrada de calor como resultado del cizallamiento mecánico, se puede prescindir de esto, según la invención, al menos para la región final de la zona de desgasificación. Por tanto, se reduce al menos la capacidad de enfriamiento requerida para todo el tornillo de extrusora.

En determinadas circunstancias, el enfriamiento es tan intenso que la masa fundida puede congelarse parcialmente. Para contrarrestar esto, se puede proporcionar el calentamiento de la región final de la zona de desgasificación. Para ello, por ejemplo, la carcasa se puede calentar con cintas térmicas.

- 50 Dado que, por otro lado, la extrusora según la presente invención todavía tiene una fuerte entrada de calor debido al cizallamiento en la zona de entrada y medición, es aconsejable abstenerse de un atemperado externo del tornillo de extrusora y, en cambio, permitir que un fluido circule a través de los canales internos del tornillo para el atemperado, para lo cual solo se proporciona una bomba externa pero no un intercambiador de calor externo. El fluido se introduce en un taladro de tornillo interno en el extremo del árbol, se calienta en la zona de entrada y dosificación, posiblemente incluso en la región inicial de la zona de desgasificación, y luego transfiere el calor de la región final a la masa fundida
55 enfriada que se transporta por los pasos de tornillo profundos. La descarga tiene lugar en el otro extremo del árbol del tornillo de extrusora. El retorno a la bomba se realiza de forma externa.

Para este propósito, es ventajoso que el tornillo tenga canales de atemperado que aseguren un ajuste rápido y preciso de la temperatura de la superficie del tornillo, particularmente en la zona de desgasificación, por ejemplo en forma de canales periféricos o como un canal concéntrico. Incluso las almas de tornillo pueden diseñarse como canales.

5 La invención se explica con más detalle a continuación con referencia al ejemplo de realización de una extrusora representado en los dibujos. Las figuras muestran en detalle:

La figura 1, una vista en perspectiva de una extrusora desde el exterior.

La figura 2, una vista en perspectiva de un tornillo de extrusora;

La figura 3, un detalle del tornillo de extrusora en vista lateral;

La figura 4, un detalle de la extrusora en vista en perspectiva;

10 La figura 5, un detalle de la extrusora en una vista lateral parcialmente seccionada, y

La figura 6, una representación en sección esquemática de la extrusora.

15 En la figura 1, una extrusora 100 según la invención se muestra en una vista en perspectiva desde el exterior, sin mostrarse los elementos de accionamiento y soporte por el lado extremo. En particular, es visible la carcasa 10 con un rebaje de carcasa interior 18, en el que se soporta de forma giratoria un tornillo de extrusora 20. La carcasa 10 tiene una zona de entrada 11 con una abertura de entrada 12 para partículas de polímero sólidas. A través de una brida de conexión 13 una región intermedia 14 se conecta con un diámetro extendido, que tiene al menos una abertura de carcasa 15 que se extiende hacia el rebaje de carcasa interior 18. Un dispositivo de succión, en particular una bomba de vacío, está conectado a la abertura de carcasa 15.

20 Una región final 17 de la carcasa 10 está conectada a través de una brida de conexión adicional 16, cuyo diámetro se reduce a su vez y que corresponde aproximadamente al de la región inicial 11. Al final de la región final 17, el rebaje de carcasa 18 diseñado en particular como un taladro cilíndrico se abre de modo que la masa fundida de polímero tratada pueda retirarse de esta ubicación para su posterior procesamiento.

25 La figura 2 muestra el tornillo de extrusora 20 en una vista en perspectiva. Una zona de entrada 21.1 sirve para introducir el polímero en forma de partículas sólidas. Le sigue una zona de medición 21.2. Una zona de entrada 21.1 y una zona de dosificación 21.2 forman conjuntamente una región de diámetro inicial 21 y tienen un alma de tornillo de extrusora 31 común en forma de espiral. El tornillo de extrusora 20 tiene una zona de descarga 25 con un diámetro igual o similar al de la zona de entrada 21.1 y la zona de dosificación 21.2 y también tiene solo un alma de tornillo de extrusora 35.

30 En el medio, en una región de diámetro central, hay una zona de desgasificación 23, que a su vez se divide en una región inicial 23.1 y una región final 23.2. En la zona de desgasificación 23, el núcleo de árbol de tornillo, cuyo diámetro varía a lo largo de la longitud, está rodeado por un total de tres almas de tornillo de extrusora 32, 33, 34 entrelazadas.

En la figura 3, esta sección del tornillo de extrusora 20, que es esencial para la invención, se muestra en una vista lateral ampliada, mostrándose también los respectivos diámetros exteriores D1, D2, D3. A modo de ejemplo, las dimensiones y las relaciones geométricas son las siguientes:

- 35
- En la zona de dosificación 21.2, el alma de tornillo de extrusora 31 tiene un diámetro exterior D1 relativamente pequeño de 110 mm.
 - En la zona de descarga 25, el alma de tornillo de extrusora 35 tiene un diámetro exterior D2 que corresponde a 0,8 a 1,2 veces el diámetro exterior D1, es decir, corresponde aproximadamente a D1, pero puede ser un 20 % mayor o menor;
- 40
- En la zona de desgasificación 23, las almas de tornillo de extrusora 32, 33, 34 tienen un diámetro exterior D2 uniforme que es al menos 1,5 veces el de D2, en particular incluso el doble de grande. En el ejemplo, D2 = 190 mm.

Por lo tanto, los diámetros exteriores D1, D2 y D3 solo varían entre las zonas, pero son constantes dentro de la zona respectiva 21.2, 23, 25. Entre ellas se forman zonas de cono de transición en forma de cono 22, 24.

45 El diámetro del núcleo del árbol es en gran medida constante tanto en la zona de dosificación 21.2 como en la zona de descarga 25. Están previstas pequeñas variaciones del diámetro del núcleo del árbol y/o de la inclinación del tornillo, como es habitual en la técnica de extrusión, para lograr la homogeneización y la compresión y/o para influir localmente en la tasa de flujo.

Inmediatamente en la transición de la zona de desgasificación 23 a la zona de descarga 25, el diámetro del núcleo del árbol de la zona de descarga 25 se reduce, por ejemplo, en comparación con el diámetro a medida que avanza, de modo que la presión de masa fundida en la zona de descarga puede volver a acumularse después de haber sido aproximadamente cero en la zona de desgasificación debido al vacío presente allí.

5 Es esencial para la invención que el diámetro del núcleo del árbol dentro de la zona de desgasificación 23 se reduzca repentinamente en un punto de transición 23.4. Si bien el diámetro del núcleo del árbol en la región inicial 23.1 de la zona de desgasificación 23 es grande y la altura de las almas de tornillo de extrusora 32, 33, 34 y, por lo tanto, la altura de los pasos 41 formados entre ellas es pequeña, el diámetro del núcleo del árbol en la región final 23.2 es significativamente menor. En el ejemplo dado, la profundidad de paso de los pasos 41 en la sección inicial 23.1 es de 4 mm, en particular entre el 10 % y el 20 % del diámetro exterior D2. En la región final 23.2 de los pasos 42, la profundidad de paso es de 32 mm, de modo que la altura de los pasos 42 ha aumentado allí en un factor de 3 a 10 en comparación con los pasos 41 de la zona inicial 23.1.

15 Las líneas dobles discontinuas en la figura 3 sirven para indicar el recorrido de las almas de tornillo de extrusora. En la zona de dosificación 21.2 y en la zona de descarga 25, solo hay un alma de tornillo de extrusora helicoidal 31, 35. En la zona de desgasificación 23, las líneas dobles discontinuas solo marcan el recorrido de una primera alma de tornillo de extrusora 32. Se puede ver claramente que cada una de estas líneas cruza otras dos almas de tornillo de extrusora 33, 34 adicionales. De este modo, se forman un total de tres almas de tornillo de extrusora 32, 33, 34 entrelazadas en la zona de desgasificación 23.

20 La figura 4 muestra una vista en perspectiva de la transición desde la zona de dosificación 21.2 a la zona de desgasificación 23. Para ello, las partes de carcasa 11 y 13 (véase la figura 1) se retiran para que haya una vista sin obstáculos de la zona de transición 22 en forma de cono. El alma de tornillo de extrusora 31 de la zona de dosificación 21.2 se extiende antes de la zona de transición 22. Las tres almas de tornillo de extrusora de la zona de desgasificación 23 ya han comenzado dentro de la zona de transición 22, siendo visibles solo los inicios de las almas de tornillo de extrusora 32, 33 en la figura 4. Al cerrar el alma de tornillo de extrusora 31 delante de la zona de transición 22 y el comienzo de las tres almas de tornillo de extrusora 32, 33 y 34 en la zona de transición 22, se logra una división temprana del flujo de masa fundida en tres flujos parciales.

25 La figura 5 muestra la parte esencial para la invención de la extrusora 100 según la invención en una vista parcialmente seccionada. Aquí, la región intermedia 14 de la carcasa 10 se muestra en una vista en sección. Como resultado, se puede observar, por un lado, que la pared interior 19 del rebaje de carcasa tiene una sección completamente recta, es decir, que el taladro de la carcasa es cilíndrico, con la excepción de la interrupción en la abertura de succión 15. Además, se puede observar que los bordes exteriores de las tres almas de tornillo de extrusora 32, 33, 34 siempre terminan muy cerca de la pared interior 19. En la región inicial 23.1, se forman pasos 41 muy estrechos, a través de los cuales debe transportarse todo el flujo de masa fundida. Finalmente, es fácil ver en la figura 5 el perfil del diámetro del núcleo del árbol de la extrusora, que se reduce repentinamente en el punto de transición 23.4 y luego permanece constantemente pequeño en la región final 23.2. Como resultado, se forman pasos 42 de gran volumen entre la pared interior 19, las secciones paralelas de las almas de tornillo de extrusora 32, 33, 34 y el núcleo del árbol de la extrusora.

30 La figura 6 es una ilustración esquemática y muy exagerada de las proporciones del tornillo de extrusora 20. Se muestran el diámetro del núcleo del árbol y el diámetro exterior medidos a través de los bordes exteriores de las almas. Esta ilustración muestra, en particular, la variación de la profundidad de paso a lo largo de la longitud del tornillo de extrusora 20. Al final de la zona de dosificación 21, aumenta el diámetro del núcleo del árbol. El diámetro exterior D1 permanece constante. Como resultado, se reducen las profundidades del paso. Se produce una compresión de la masa fundida transportada. En la zona de cono de transición 22, el volumen permeable se expande porque el diámetro exterior se eleva a D2. Esto se compensa con una reducción adicional de la profundidad de paso en la zona cónica de cono de transición 22. El objetivo es transportar la masa fundida hasta la región inicial 23.1 de tal manera que se llenen los canales de flujo conformados. El estrecho espacio allí también aumenta la cizalladura.

35 En el centro de la zona de desgasificación 23, el diámetro del núcleo del árbol se reduce repentinamente de manera significativa, manteniéndose constante el diámetro exterior D2 de las almas. El volumen resultante del canal de flujo ya no puede llenarse con la masa fundida introducida a través de la zona inicial 23.1. Se produce una expansión repentina de la masa fundida previamente muy cizallada y, por lo tanto, también muy calentada. Durante la expansión, las sustancias volátiles contenidas se disuelven particularmente bien y pueden absorberse, como se indica por la flecha de bloque.

40 A esto le sigue una constricción múltiple del canal de flujo para recoger la masa fundida nuevamente sin gas y transportarla de manera homogénea. Para este propósito, el canal de flujo inicialmente se estrecha ligeramente hacia la zona de cono de transición 24. En la zona de transición 24, las almas y el núcleo ondulado tienen cada uno un ángulo cónico diferente, lo que también provoca un agrandamiento del canal de flujo. Se proporciona una profundidad de paso corta y constante entre la zona de cono de transición 24 y el inicio de la zona de descarga 25 antes de que el diámetro del núcleo del árbol vuelva a aumentar y, por lo tanto, la profundidad de paso se reduzca con un diámetro exterior constante D2 de las almas de tornillos de extrusora.

REIVINDICACIONES

1. Extrusora (100) para el procesamiento que aumenta la viscosidad de polímeros fundibles, que comprende al menos una carcasa (10) con un rebaje de carcasa interior (18), en el que un tornillo de extrusora (20) con al menos un alma de tornillo de extrusora helicoidal (31,..., 35) está dispuesto de manera giratoria, cuyo tornillo de extrusora (20) está dividido con respecto a su diámetro exterior, en una región de diámetro inicial (21), una región de diámetro central y una región de diámetro final, en la que:
 - la región de diámetro central tiene un diámetro exterior mayor que las regiones de diámetro restantes;
 - se forma una respectiva zona de cono de transición (22, 24) entre regiones de diámetro con diferentes diámetros;
 - se forma al menos una zona de desgasificación (23) en la región de diámetro central, que tiene un rebaje de carcasa desde el que al menos una abertura de succión (15) se extiende hasta un lado exterior de la carcasa (10), que está dispuesta en una sección final (23.2) al final de la zona de desgasificación (23),
 - caracterizada por que, en la región de diámetro central del tornillo de extrusora (20), un canal de flujo formado entre un núcleo de árbol de tornillo de extrusora y una pared interior (19) del rebaje de carcasa (18) está diseñado como una boquilla de expansión anular, siendo constante el diámetro exterior de la al menos un alma de tornillo de extrusora (32, 33, 34) y agrandándose la altura del canal de flujo radial.
2. Extrusora (100) según la reivindicación 1, caracterizada por que el tornillo de extrusora (20) está dividido funcionalmente al menos en una zona de dosificación (21.2), la zona de desgasificación (23) y una zona de descarga (25), en la que:
 - se forman medios en el tornillo de la extrusora en la zona de dosificación (21.2) para comprimir y/u homogeneizar la masa fundida del polímero y la zona de medición (21.2) se extiende en la dirección del flujo visto desde la región de diámetro inicial (21) a través de la zona de cono de transición (22) hasta la región de diámetro central; y
 - la zona de descarga (25) está completamente diseñada en la región de diámetro final.
3. Extrusora (100) según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que el alma de tornillo de extrusora (32, 33, 34) en la región de diámetro central tiene un diámetro exterior D2 que corresponde a al menos 1,5 veces el diámetro D1 en la región de diámetro inicial (21).
4. Extrusora (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que la región de diámetro central tiene una región inicial (23.1) y una región final (23.2), y por que la profundidad de paso radial de los pasos formados entre secciones adyacentes de la al menos un alma de tornillo de extrusora (32, 33, 34) es menor en la región inicial (23.1) que en la región final (23.2).
5. Extrusora (100) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la profundidad de paso de las almas de tornillo de extrusora (32, 33, 34) en la región final (23.2) de la región de diámetro central es al menos tres veces la profundidad de paso de la región inicial (23.1).
6. Extrusora (100) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la profundidad de paso de la al menos un alma de tornillo de extrusora (32, 33, 34) en la región inicial (23.1) de la zona de desgasificación (23) es del 1 % al 5 % del diámetro D2.
7. Extrusora (100) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la profundidad de paso de la al menos un alma de tornillo de extrusora (32, 33, 34) en la región final (23.2) es al menos del 10 % del diámetro D2 en la zona de desgasificación (23).
8. Extrusora (100) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la profundidad de paso de la al menos un alma de tornillo de extrusora (32, 33, 34) en la región final (23.2) es de al menos 20 mm.
9. Extrusora (100) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el diámetro D2 corresponde al menos a 1,5 veces D1.
10. Extrusora (100) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la longitud de la zona de desgasificación (23) es al menos 2,0 veces D2.
11. Extrusora (100) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el tornillo de extrusora (20) tiene una zona de transición en forma de cono (22, 24) en la transición de la zona de dosificación (21.2) a la sección inicial (23.1) y/o en la transición de la región final (23.2) a la zona de descarga (25), en la que el alma de tornillo de extrusora (31, 32, 33, 34, 35) está interrumpida.
12. Extrusora (100) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que, al menos en la zona de desgasificación (23), se forman al menos dos almas de tornillo de extrusora entrelazadas una con otra (32, 33, 34) con la misma inclinación en el tornillo de extrusora(20).

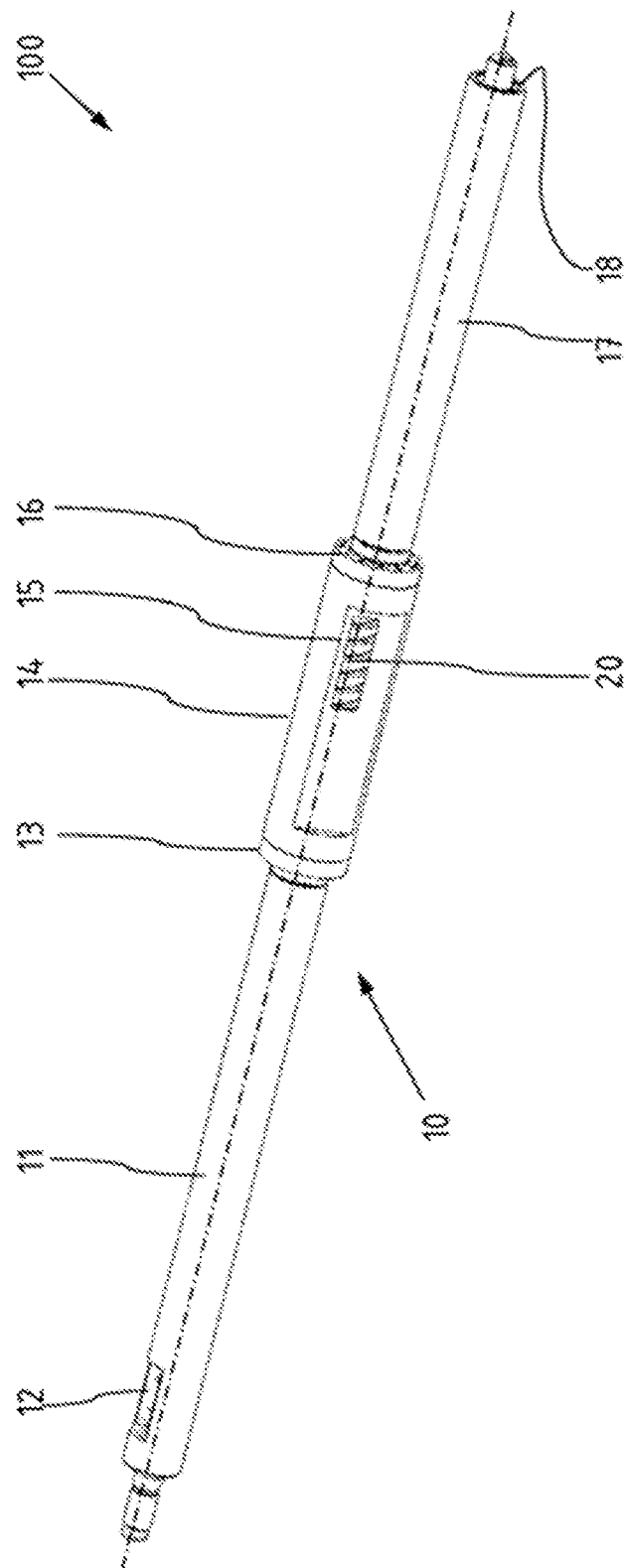


Fig. 1

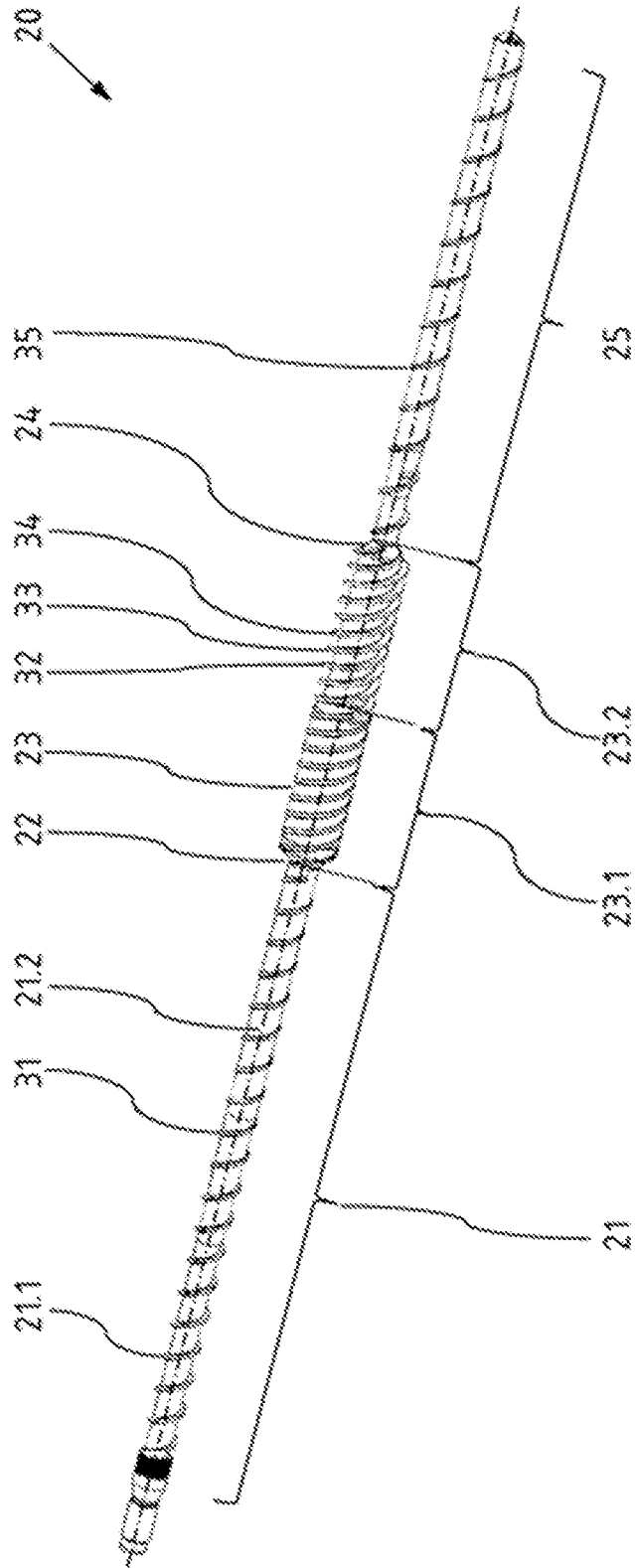


Fig. 2

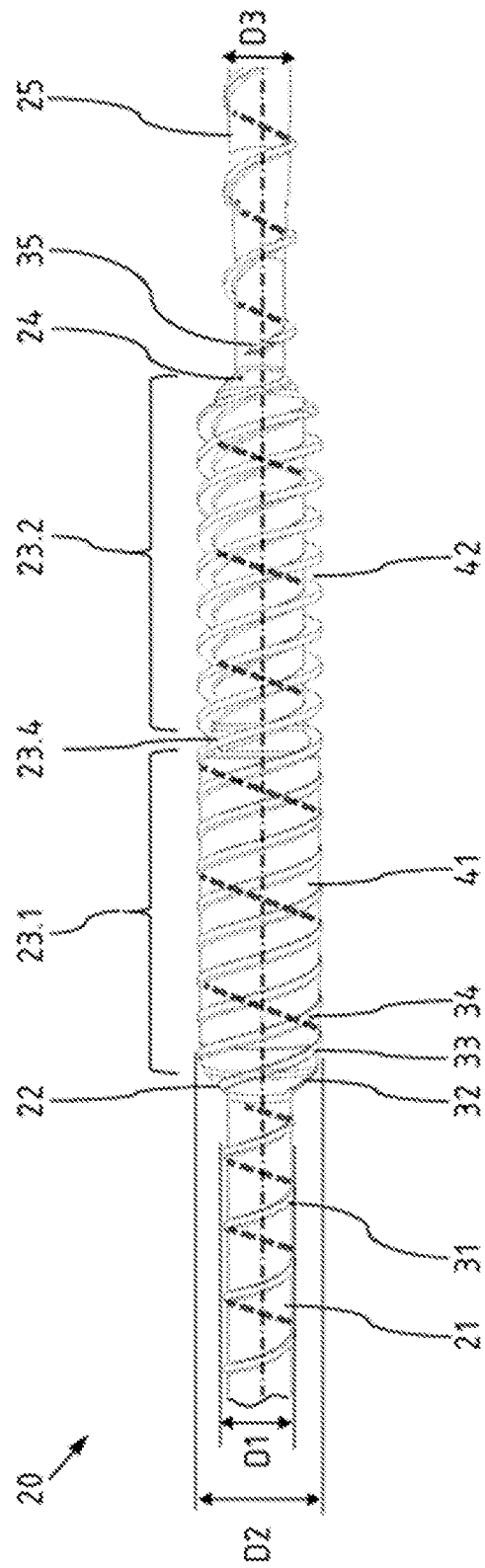


Fig. 3

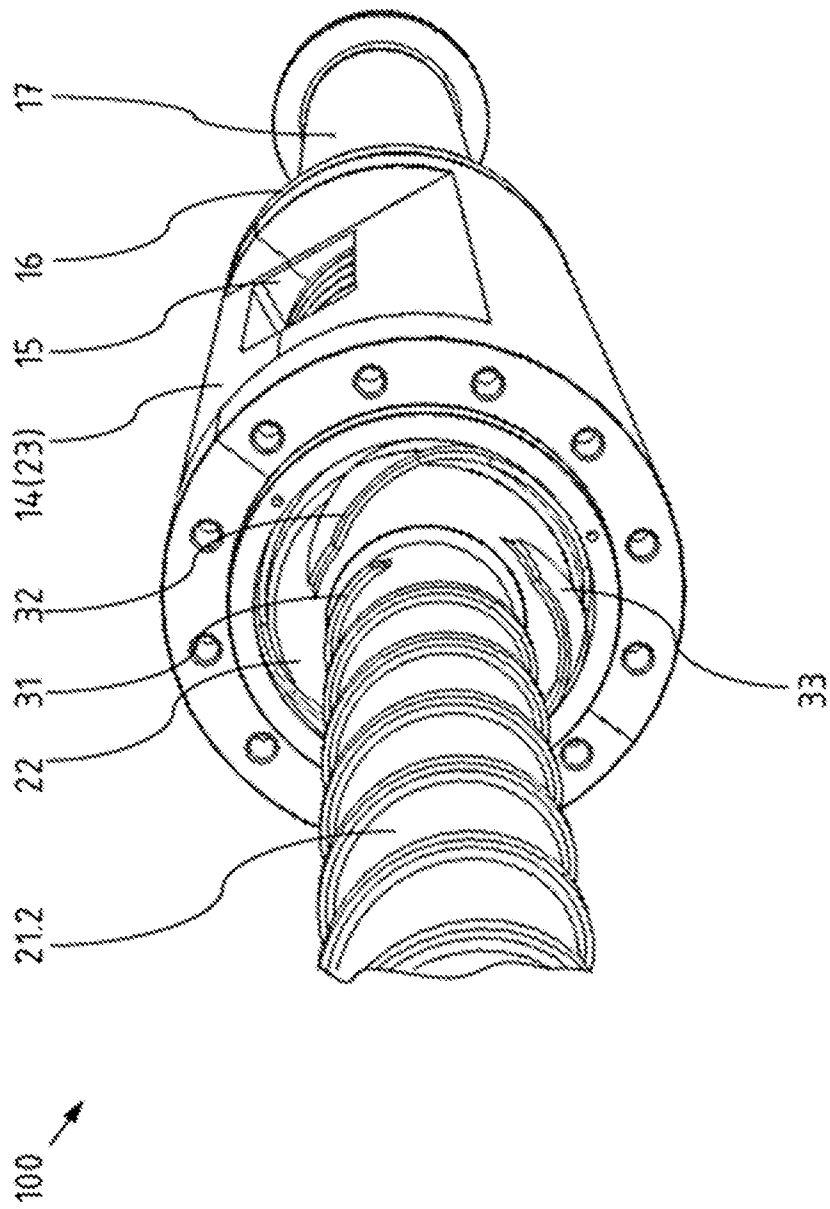


Fig. 4

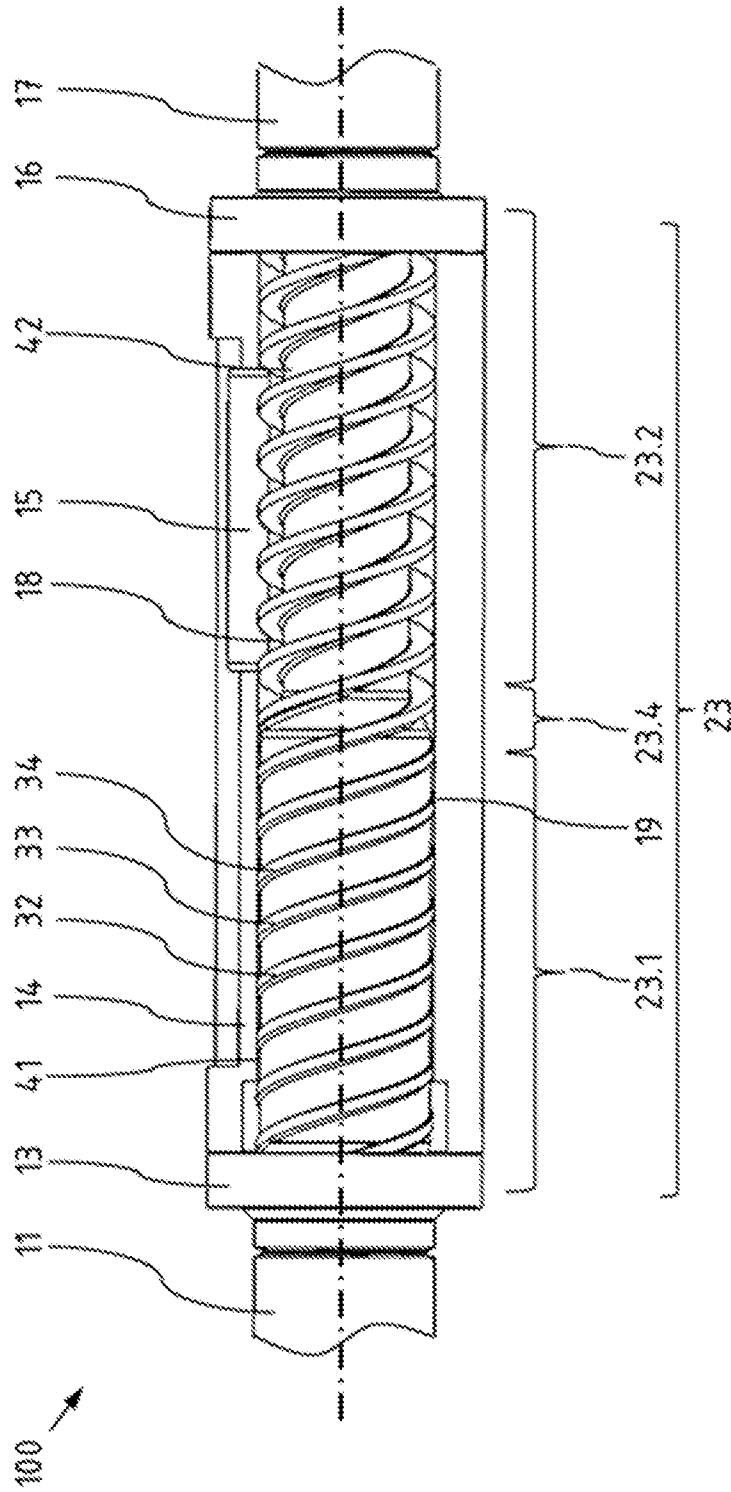


Fig. 5

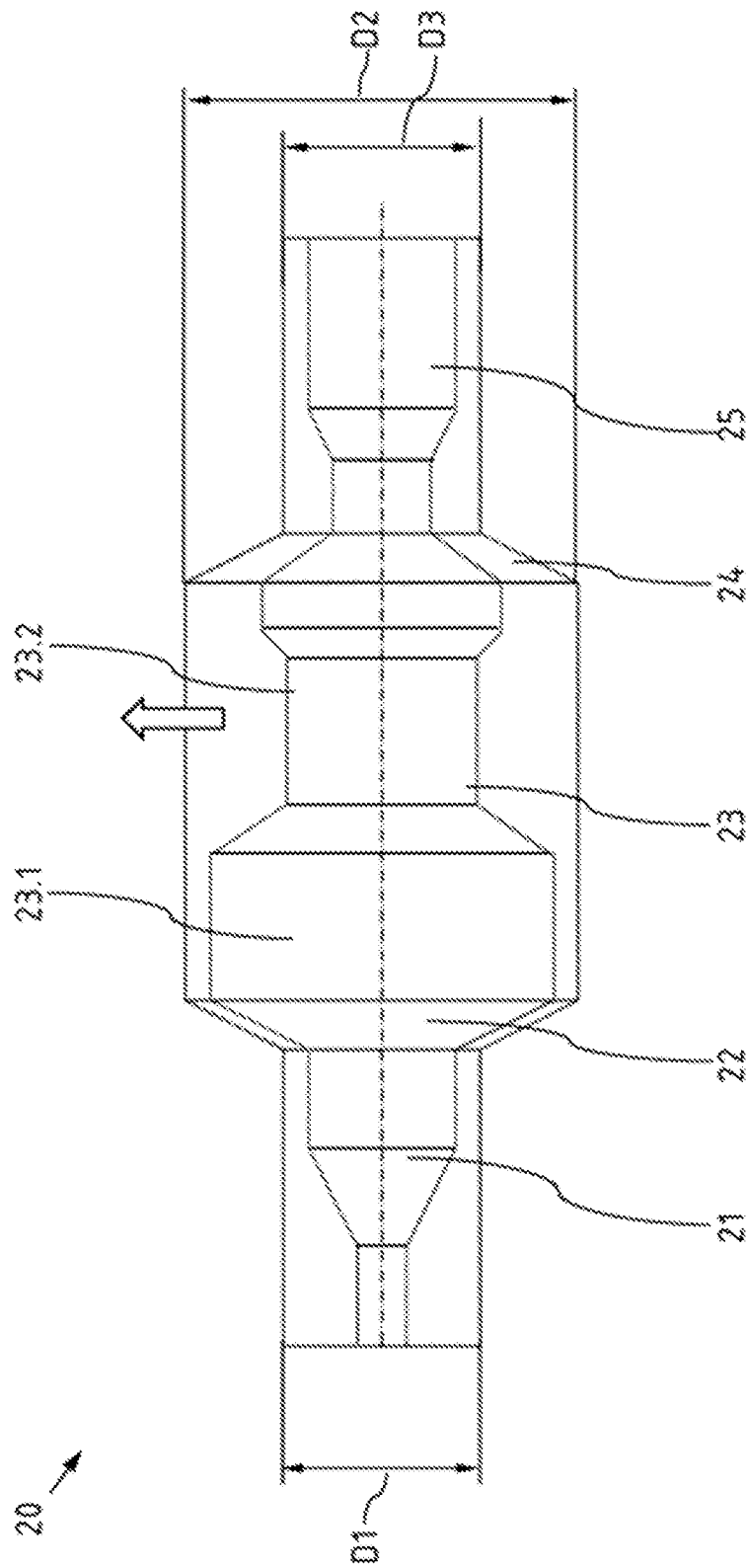


Fig. 6