

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 998 782**

51 Int. Cl.:

C10B 53/07 (2006.01)

C10B 47/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2022** **E 22184071 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2024** **EP 4306618**

54 Título: **Sistema y método de tratamiento de residuos poliméricos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
21.02.2025

73 Titular/es:

NESTE OYJ (100.00%)
Keilaranta 21
02150 Espoo, FI

72 Inventor/es:

KETOMÄKI, MIKA;
SILTALA, OLLI;
TUOHI, EETU;
KETTUNEN, MIKA T;
UOTILA, PERTTU y
KUOKKA, SANTERI

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 998 782 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

Sistema y método de tratamiento de residuos poliméricos

5 **Campo**

La presente invención se refiere a un sistema de tratamiento de residuos poliméricos.

Además, la presente invención se refiere a un método de tratamiento de residuos poliméricos.

10

Antecedentes

Los polímeros se utilizan en una gran variedad de productos. Normalmente, los polímeros se adquieren a través de recursos petrolíferos, que se consideran no renovables. En este sentido, ha surgido la necesidad de un suministro sostenible de materia prima, ya que la acumulación de residuos poliméricos se ha reconocido como un problema medioambiental. Como consecuencia, los residuos poliméricos suelen recogerse y clasificarse con fines de reciclado o descomposición térmica. Los problemas medioambientales pueden reducirse mediante el tratamiento posterior del material de residuos poliméricos y la reutilización de al menos una parte del material.

15

20

Por ejemplo, el material de residuos poliméricos puede tratarse por pirólisis, es decir, por descomposición térmica del material de residuos poliméricos a temperaturas elevadas en una atmósfera inerte, con el fin de obtener un producto que comprende un gas procedente de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente. Tal tratamiento puede, por ejemplo, tener lugar en un reactor, tal como un reactor de horno rotatorio, en el que se introducen los residuos poliméricos. Normalmente, se utiliza además un gas portador para promover un flujo, aumentar una velocidad de flujo y hacer fluir el tren de proceso de un gas procedente de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente hacia otra sección para su postratamiento. El nitrógeno es un gas portador de uso común, por ejemplo. Otros ejemplos de gas portador son el dióxido de carbono o el metano.

25

30

El documento US 2017/095790 A1 divulga un reactor y sus elementos internos utilizados para el procesamiento térmico de una mezcla líquida. El reactor comprende una cámara hueca que comprende una pluralidad de espacios. El reactor además comprende una lanza que tiene una pluralidad de salidas de alimentación para alimentar líquidos orgánicos en cada uno de la pluralidad de espacios. Adicionalmente, el reactor comprende un sistema de calefacción capaz de calentar cada uno de la pluralidad de espacios.

35

El documento DE 4334544 A1 describe además un sistema que comprende un compartimento de reacción hueco, un sistema de calefacción capaz de controlar las condiciones de temperatura en el compartimento de reacción, una lanza para introducir una alimentación en el compartimento de reacción y un inyector para inyectar un gas en el compartimento de reacción.

40

En vista de lo anterior, sería ventajoso proporcionar un sistema y un método de tratamiento de residuos poliméricos.

Sumario de la invención

45

La invención se define por las características de las reivindicaciones independientes. Algunas realizaciones específicas se definen en las reivindicaciones dependientes.

50

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema que comprende una cámara hueca que comprende un primer espacio y un segundo espacio, en donde el segundo espacio es giratorio o el primer espacio y el segundo espacio son giratorios, en donde la cámara hueca comprende una barrera entre el primer espacio y el segundo espacio, un sistema de calefacción configurado para calentar el segundo espacio o para calentar individualmente el primer espacio y el segundo espacio, una lanza de alimentación de residuos poliméricos que tiene al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos, en donde la lanza de alimentación de residuos poliméricos se extiende dentro de la cámara hueca al menos a través del primer espacio, y en donde el sistema está configurado para alimentar residuos poliméricos solo en el segundo espacio a través de la al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos, y en donde se proporciona una abertura entre la barrera y la lanza de alimentación de residuos poliméricos, y al menos un inyector de fluido de barrido capaz de inyectar al menos un fluido de barrido en el primer espacio o en el primer espacio y en el segundo espacio a fin de formar un flujo de fluido hacia al menos una salida de gas para recoger un producto que comprende el al menos un fluido de barrido y un gas a partir de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente.

60

Varias realizaciones del primer aspecto pueden comprender al menos una característica de la siguiente lista de viñetas:

65

- el primer espacio y el segundo espacio son individualmente giratorios
- la barrera es de metal, una aleación metálica, un tejido resistente a altas temperaturas o una combinación de los

mismos

- el sistema comprende un compresor dispuesto a continuación de la salida de gas
- 5 • la cámara hueca está dispuesta al menos parcialmente dentro de una carcasa que comprende el sistema de calefacción, en donde el sistema de calefacción comprende un primer espacio de calefacción configurado para recibir un primer gas de calefacción que tiene una primera temperatura y un segundo espacio de calefacción configurado para recibir un segundo gas de calefacción que tiene una segunda temperatura, en donde el primer espacio de calefacción está alineado con el primer espacio y el segundo espacio de calefacción está alineado con el segundo espacio,
- 10 • la cámara hueca está dispuesta al menos parcialmente dentro de una carcasa que comprende el sistema de calefacción, en donde el sistema de calefacción comprende solo el segundo espacio de calefacción configurado para recibir el segundo gas de calefacción que tiene una segunda temperatura, en donde el segundo espacio de calefacción está alineado con el segundo espacio
- 15 • el segundo espacio de calefacción comprende una pluralidad de zonas de calefacción, en donde cada zona de calefacción está configurada para recibir un gas de calefacción que tiene una temperatura específica
- 20 • el sistema además comprende al menos una bola o cadena de acero móvil dispuesta dentro del primer espacio
- el sistema además comprende al menos una estructura que sobresale en el primer espacio desde una superficie interior de la cámara hueca hacia la cámara
- 25 • el sistema está configurado para inyectar a través del al menos un inyector de fluido de barrido al menos uno de: un gas condensable, vapor, agua, un gas no condensable, nitrógeno, o un hidrocarburo tal como el aceite de pirólisis o el gasóleo
- la segunda cámara comprende al menos una salida de residuos
- 30 • cada uno del primer y segundo espacio comprende al menos una salida de residuos
- la salida de gas está comprendida por el primer espacio o el segundo espacio
- 35 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método que comprende proporcionar una cámara hueca que comprende un primer espacio y un segundo espacio, en donde el segundo espacio está girado o el primer espacio y el segundo espacio están girados, calentar el segundo espacio o calentar individualmente el primer espacio y el segundo espacio, proporcionar una lanza de alimentación de residuos poliméricos que tiene al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos, en donde la lanza de alimentación de residuos poliméricos se extiende dentro de la cámara hueca al menos a través del primer espacio, y alimentar los residuos poliméricos solo en el segundo espacio a través de la al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos, en donde está provista una abertura entre la barrera y la lanza de alimentación de residuos poliméricos, inyectar al menos un fluido de barrido mediante al menos un inyector de fluido de barrido en el primer espacio o en el primer espacio y en el segundo espacio para formar un flujo de fluido hacia al menos una salida de gas para recoger un producto que comprende el al menos un fluido de barrido y un gas procedente de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente.
- 40 • el método además comprende el giro individual del primer espacio y del segundo espacio
- 45 • una temperatura de la pared de la cámara hueca está en el primer espacio y en el segundo espacio en un intervalo de entre 500 - 800 °C
- 50 • el método además comprende disponer la cámara hueca al menos parcialmente dentro de una carcasa que tiene un primer espacio de calefacción y un segundo espacio de calefacción, recibir un primer gas de calefacción que tiene una primera temperatura en el primer espacio de calefacción, en donde el primer espacio de calefacción está alineado con el primer espacio, y recibir un segundo gas de calefacción que tiene una segunda temperatura en el segundo espacio de calefacción, en donde el segundo espacio de calefacción está alineado con el segundo espacio
- 60 • el método además comprende disponer la cámara hueca al menos parcialmente dentro de una carcasa que comprende el sistema de calefacción, en donde el sistema de calefacción comprende solo el segundo espacio de calefacción configurado para recibir el segundo gas de calefacción que tiene una segunda temperatura, en donde
- 65

el segundo espacio de calefacción está alineado con el segundo espacio

- el método además comprende calentar individualmente una pluralidad de zonas de calefacción comprendidas por el segundo espacio, en donde cada zona de calefacción está configurada para recibir un gas de calefacción que tiene una temperatura específica
- el fluido de barrido es al menos uno de: un gas condensable, vapor, agua, un gas no condensable, nitrógeno, o un hidrocarburo tal como el aceite de pirólisis o el gasóleo
- un gradiente de presión entre la cámara hueca y la al menos una salida de gas está en un intervalo de entre 0,1 - 5 kPa, por ejemplo 0,5 - 2 kPa
- el método además comprende la prefusión o extrusión de los residuos poliméricos antes de introducirlos en el segundo espacio
- el método además comprende la licuefacción del gas recogido a continuación de la salida de gas

Mediante determinadas realizaciones de la invención se obtienen ventajas considerables. En particular, se proporcionan un sistema y un método para el tratamiento de residuos poliméricos. El sistema comprende una cámara hueca que tiene un primer espacio y un segundo espacio, en donde el segundo espacio es giratorio o el primer espacio y el segundo espacio son giratorios. Un fluido de barrido puede inyectarse en el primer espacio y el material de residuos poliméricos puede introducirse en el segundo espacio. Un producto que comprende el al menos un fluido de barrido y un gas procedente de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente se recoge durante el funcionamiento del reactor para su postratamiento. De acuerdo con determinadas realizaciones, se forma un flujo de fluido debido a un gradiente de presión entre el primer espacio y el segundo espacio, y así se puede evitar un retroceso del gas procedente de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente. El uso de un gas condensable, vapor o agua como fluido de barrido es ventajoso para fines de postratamiento, ya que el fluido de barrido puede separarse o eliminarse fácilmente del producto por condensación en el proceso de postratamiento. La eliminación del fluido de barrido o del gas portador que no contribuye al rendimiento del producto líquido en la pirólisis de residuos poliméricos puede mejorar el perfeccionamiento de la recuperación de hidrocarburos. El uso de hidrocarburos o el uso de hidrocarburos que contienen agua como fluido de barrido es ventajoso para reducir el contenido de agua en el sistema, reduciendo así la necesidad de separar el agua y gestionar las aguas residuales en una fase posterior. Maximizar la recuperación del producto líquido es muy importante para el rendimiento tecnoeconómico y la sostenibilidad de los procesos de pirólisis de residuos poliméricos. Adicionalmente, el tren de condensación de un sistema de pirólisis de residuos poliméricos está normalmente diseñado para eliminar el agua pirolítica y, por lo tanto, alimentar agua o vapor en el primer espacio del reactor no aporta una complejidad adicional significativa al proceso.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra una vista esquemática de un sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención,

La Figura 2 ilustra una vista esquemática de un sistema de calefacción de un sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención,

La Figura 3 ilustra una vista esquemática de otro sistema de calefacción de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención,

La Figura 4 ilustra una vista esquemática de un detalle de un sistema de calefacción de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención,

La Figura 5 ilustra una vista esquemática de un detalle de una cámara hueca de un sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención,

La Figura 6 ilustra una vista esquemática de otro detalle de una cámara hueca de un sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención,

La Figura 7 ilustra una vista esquemática de un detalle aún mayor de una cámara hueca de un sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención,

La Figura 8 ilustra una vista esquemática de incluso otro detalle aún mayor de una cámara hueca de un sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención,

La Figura 9 ilustra una vista esquemática de un detalle de un sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención, y

La Figura 10 ilustra una vista esquemática de un sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención.

5 Realizaciones

En la Figura 1 se ilustra una vista esquemática de un sistema 1 de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. El sistema 1 comprende un llamado reactor o reactor de horno rotatorio, en particular para la descomposición térmica de materiales a temperaturas elevadas en presencia de una cantidad nula o baja de oxígeno para evitar la combustión de hidrocarburos. Este proceso también se denomina pirólisis.

Particularmente, el sistema 1 comprende una cámara hueca 2 que comprende un primer espacio 3 y un segundo espacio 4. Tanto el primer espacio como el segundo son giratorios. El sistema 1 está configurado para tratar residuos poliméricos 7. En este documento, la expresión "residuo polimérico" se refiere a un material que comprende principalmente un material polimérico. Por ejemplo, pueden estar presentes impurezas en el material polimérico. Normalmente, el residuo polimérico 7 es material recogido con fines de reciclado o descomposición térmica. Un ejemplo de materia prima de residuos poliméricos utilizada de acuerdo con ciertas realizaciones incluye polietileno con cantidades variables de al menos uno de: polipropileno, poliestireno y otros componentes tales como poliamidas, tereftalato de polietileno y cloruro de polivinilo. Las materias primas de residuos poliméricos pueden estar contaminadas con pequeñas trazas de impurezas que proceden, por ejemplo, de la biomasa.

La cámara hueca 2 tiene normalmente la forma de un cilindro hueco alargado. El término "alargado" significa que la longitud del cilindro hueco es sustancialmente mayor que el diámetro del cilindro hueco. Por ejemplo, la longitud del cilindro hueco puede ser de 18 m y el diámetro del cilindro hueco puede ser de 2 m. La cámara hueca 2 normalmente está hecha de un metal o aleación metálica. Toda la cámara hueca 2 está configurada para girar alrededor de un eje de rotación A. El eje de rotación A normalmente está orientado horizontalmente o sustancialmente en horizontal. Por "eje orientado horizontalmente" se entiende un eje orientado perpendicularmente a un vector de gravedad o perpendicularmente a la normal de la superficie de la Tierra. De manera similar, la expresión "eje orientado sustancialmente en horizontal" significa un eje inclinado unos pocos grados, por ejemplo, menos de 10 grados, respecto al eje que está orientado perpendicularmente a un vector de gravedad o perpendicularmente a la normal en la superficie de la Tierra. La velocidad de rotación de toda la cámara hueca 2 puede estar, por ejemplo, en el intervalo de entre 0,1 y 5 revoluciones por minuto (rpm), por ejemplo, en el intervalo de entre 1 y 2 rpm. El primer espacio 3 y el segundo espacio 4 giran ambos simultáneamente en la realización de la Figura 1. De acuerdo con otras realizaciones, solo se gira el segundo espacio 4 o tanto el primer espacio 3 como el segundo espacio se giran individualmente como se describe en relación con la Figura 7.

El sistema además comprende un sistema de calefacción 19 configurado para calentar individualmente el primer espacio 3 y el segundo espacio 4. El sistema de calefacción 19 se dispone normalmente fuera de las paredes de la cámara hueca 2, tal como indican las flechas 19. La calefacción del primer espacio 3 y del segundo espacio 4 tiene lugar aumentando la temperatura de la pared de la cámara hueca 2 giratoria mediante el contacto de la pared con gas de calefacción, en particular una zona lateral de la cámara hueca giratoria, desde la temperatura ambiente hasta una temperatura en el intervalo de entre 200 °C y 800 °C. Normalmente, la temperatura de la pared en la zona lateral del primer espacio 3 es diferente de la temperatura de la pared en la zona lateral del segundo espacio 4. Como consecuencia, se pueden proporcionar diferentes temperaturas dentro del primer espacio 3 y dentro del segundo espacio 4, en caso de que sea necesario. La temperatura dentro del primer espacio 3 puede ser, por ejemplo, 550 °C y la temperatura dentro del segundo espacio 4 puede ser, por ejemplo, 600 °C. Normalmente, la temperatura dentro del segundo espacio 4 es superior a la temperatura dentro del primer espacio 3. En otras palabras, el sistema 1 está configurado para ajustar la temperatura dentro del primer espacio 3 y la temperatura dentro del segundo espacio 4 mediante el sistema de calefacción 19. La temperatura dentro del segundo espacio 4 es normalmente superior a una temperatura de descomposición de un material de residuos poliméricos. En la Figura 2 se ilustra un ejemplo de sistema de calefacción 19 para la realización mostrada. De acuerdo con otra realización de la presente invención, solo se calienta el segundo espacio 4 como se muestra en la Figura 3. De acuerdo con una realización adicional de la presente invención, la pared del segundo espacio 4 puede dividirse en subzonas o zonas de calefacción que pueden calentarse individualmente como se muestra en la Figura 4.

El sistema 1 incluso comprende además una lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 que tiene al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos 6. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 es estacionaria, es decir, la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 no está configurada para girar y la cámara hueca 2 giratoria está configurada para girar alrededor de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 puede ser, por ejemplo, en forma de un cilindro hueco. Un eje central de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 está normalmente dispuesto u orientado coaxialmente con el eje de rotación A. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 está normalmente hecha de metal o de una aleación metálica. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 se extiende dentro de la cámara hueca 2 al menos a través del primer espacio 3. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 puede además extenderse parcialmente hacia el segundo espacio 4 como se muestra en la Figura 1. El sistema 1 está configurado para alimentar residuos poliméricos 7 en el segundo espacio 4 a través de la al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos 6.

La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 comprende o está acoplada a un sistema de alimentación (no mostrado). El sistema de alimentación es normalmente de tipo extrusión. Los residuos poliméricos 7 están (predominantemente) premoldeados para que la alimentación se convierta en una forma fluida que permita el desplazamiento a través de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5.

El material de residuos poliméricos 7 alimentado al segundo espacio 4 a través de la al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos 6 de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 cae sobre una superficie interior 12 calentada de la cámara hueca 2 giratoria debido a la gravedad. La rotación de la cámara hueca 2 hace que el material de residuos poliméricos 7 se distribuya sobre al menos una parte de la superficie interior 12 de la cámara 2 en el segundo espacio 4. La distribución del material de residuos poliméricos 7 sobre al menos una parte de la superficie interior 12 de la cámara 2 en el segundo espacio 4 puede perfeccionarse inclinando la cámara hueca 2 giratoria unos pocos grados, por ejemplo, de 3 a 5 grados con respecto al eje horizontal. En tal configuración, la cámara hueca 2 giratoria está dispuesta sustancialmente en horizontal.

La elevada temperatura de la pared de la cámara hueca 2 provoca la descomposición térmica del material de residuos poliméricos 7 dentro del segundo espacio 4, convirtiendo así el material de residuos poliméricos 7 en un gas 22 a partir de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente y un residuo. El residuo puede comprender contaminantes inorgánicos o orgánicos, por ejemplo. La cámara hueca 2 giratoria comprende normalmente una salida de residuos 23 en un extremo trasero 25 de la cámara 2.

La cámara hueca 2 además comprende una barrera 14 o junta entre el primer espacio 3 y el segundo espacio 4. La barrera 14 o junta está configurada para permitir el flujo de un fluido, en particular un flujo de gas, desde el primer espacio 3 hasta el segundo espacio 4. Entre la barrera 14 y la lanza 5 está provista una abertura 15. La abertura 15 puede ser permeable para que el fluido de barrido fluya en la dirección del primer espacio 3 hacia el segundo espacio 4, pero impermeable en la dirección opuesta. Como alternativa, la barrera 14 o junta también puede comprender características que permitan el flujo de gas, entre otros, una pluralidad de perforaciones, por ejemplo. La barrera 14 normalmente está hecha de metal, una aleación metálica o un tejido resistente a altas temperaturas.

El sistema 1 además comprende al menos un inyector 21 de fluido de barrido capaz de inyectar al menos un fluido de barrido 8 en el primer espacio 3. Dentro de las realizaciones que se muestran en las Figuras 1 - 9, la expresión "inyector de fluido de barrido" significa una unidad específica para inyectar el al menos un fluido de barrido 8 en el primer espacio 3. Tal inyector 21 de fluido de barrido puede, por ejemplo, comprender al menos una lanza de inyección de fluido de barrido que se extiende en el primer espacio 3. Tal inyector 21 de fluido de barrido puede, por ejemplo, comprender una boquilla. Como alternativa, la expresión "inyector de fluido de barrido" puede significar también una simple abertura en el sistema 1 a través de la cual el al menos un fluido de barrido 8 puede ser conducido hacia el primer espacio 3. El sistema 1 puede comprender también una pluralidad de inyectores 21 de fluido de barrido, en donde cada inyector 21 de fluido de barrido es capaz de inyectar un fluido de barrido 8 diferente en el primer espacio 3. Un inyector 21 de fluido de barrido puede estar dispuesto, por ejemplo, dispuesto para inyectar un gas condensable en el primer espacio 3 y otro inyector 21 de fluido de barrido puede estar, por ejemplo, dispuesto para inyectar un gas no condensable en el primer espacio 3, de tal manera que la inyección de fluido de barrido se realice de forma independiente con el uso respectivo de gas condensable y gas no condensable. En una realización preferida, a través de la cavidad 31 se inyecta vapor como el gas condensable.

Los inyectores de fluido de la pluralidad de inyectores 21 de fluido de barrido pueden estar, por ejemplo, cada uno de ellos provisto en forma de lanza de inyección de fluido de barrido independiente. Tales lanzas de inyección de fluido de barrido pueden estar, por ejemplo, dispuestas alrededor de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5. En dichos casos, puede preverse además un tubo protector que cubra al menos una parte de la pluralidad de lanzas de inyección y al menos una parte de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5. Como consecuencia, varios fluidos de barrido 8 pueden ser conducidos a través de al menos una parte del tubo protector, pero por separado de la alimentación de residuos poliméricos. El tubo protector, así como la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 y la pluralidad de lanzas de inyección dispuestas dentro del tubo protector son estacionarios, es decir, no están configurados para girar. A través del extremo delantero 24 de la cámara hueca 2 pueden preverse adicionalmente o en su lugar aberturas para conducir al menos un fluido de barrido 8 al primer espacio 3, por ejemplo. El al menos un inyector 21 de fluido de barrido puede estar comprendido por la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 o ser independiente de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5.

Se genera un gradiente de presión entre el primer espacio 3 y el segundo espacio 4 para que fluya un fluido, en particular un flujo de gas, en una dirección desde el primer espacio 3 hasta el segundo espacio 4, en particular hacia una salida de gas 20. En otras palabras, se utiliza un fluido de barrido para mejorar el flujo desde el primer espacio 3 hasta el segundo espacio 4. El gradiente de presión aumenta aún más el flujo más adelante hacia una sección de postratamiento (no mostrada). La inyección del fluido de barrido 8 en el primer espacio 3 hace que la presión en el primer espacio 3 aumente de modo que la presión en el primer espacio 3 sea mayor que la presión en el segundo espacio 4. El gradiente de presión puede estar, por ejemplo, en el intervalo de entre 0,1 y 5 kPa, por ejemplo, en el intervalo entre 0,5 y 2 kPa. Un flujo máximo del fluido de barrido a través del al menos un inyector 21 de fluido de barrido y/o una velocidad de flujo pueden ser ajustables para variar el gradiente de presión. La presión dentro del primer espacio 3 y dentro del segundo espacio 4 puede controlarse utilizando sensores de presión, respectivamente.

El fluido de barrido 8 puede ser, por ejemplo, al menos uno de un gas condensable, vapor, agua, un gas no condensable, nitrógeno, un hidrocarburo, o gasóleo. Como se ha descrito anteriormente, también pueden inyectarse simultáneamente en el primer espacio 3 combinaciones de los fluidos de barrido 8 antes mencionados. El agua puede ser, por ejemplo, pulverizada a través de al menos una boquilla comprendida por el al menos un inyector 21 de fluido de barrido en el primer espacio 3 o directamente sobre una superficie interior calentada de la pared de la cámara hueca 2 en el primer espacio 3, provocando así la vaporización instantánea del agua pulverizada y la generación de vapor in situ en el interior del reactor, eliminando así la necesidad de una unidad de generación de vapor separada. A continuación, se permite que el fluido de barrido fluya desde el primer espacio 3 hacia el segundo espacio 4, por ejemplo mediante la abertura 15. El flujo de fluido desde el primer espacio 3 hacia el segundo espacio 4 evita un retroceso del gas 22 procedente de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente. El uso de un gas condensable, vapor o agua como fluido de barrido 8 es ventajoso para fines de postratamiento, cuando el fluido de barrido 8 deba separarse del producto 13 en una fase posterior.

Adicionalmente, el sistema comprende una salida de gas 20 dispuesta más abajo de la al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos 6 para recoger un producto 13 que comprende el al menos un fluido de barrido 8 y un gas 22 procedente de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente.

De acuerdo con determinadas realizaciones, un compresor (no mostrado) puede estar opcionalmente provisto más adelante de la salida de gas 20 para mejorar o ayudar al flujo del producto 13. El compresor también puede ser útil para mantener la presión dentro del primer espacio 3 a una presión específica, por ejemplo, a presión atmosférica, y proporcionar una presión inferior a la presión específica dentro del segundo espacio 4. En otras palabras, la presión dentro del primer espacio 3 y del segundo espacio 4 puede ajustarse inyectando el fluido de barrido 8 en la primera zona 3 y utilizando el compresor. El compresor es capaz de controlar la presión en una zona donde se encuentra la salida de gas 20. La inyección de fluido de barrido 8 garantiza que no entre aire en el sistema 1 y también se utiliza para garantizar que se evite un reflujo y para reducir cualquier posible perturbación en el flujo de gas. Dado que el sistema 1 puede, por ejemplo, funcionar con un ligero vacío, es propenso a tener una fuga de aire en el sistema 1. Esto podría provocar la combustión de hidrocarburos y provocar un incendio y/o una explosión. La combinación del compresor y la inyección del fluido de barrido 8 funciona como un sistema para proporcionar la conducción del gas de pirólisis hacia la salida 20. En caso de que se pierda la condición normal de vacío, la inyección de fluido de barrido 8 puede impedir que los hidrocarburos salgan del sistema 1.

Normalmente, se proporciona una presión reducida en el lugar de la al menos una salida de gas 20 para crear un vacío con el fin de eliminar el al menos un fluido de barrido 8 y el gas 22 de los residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente de los respectivos espacios 3, 4.

En la Figura 2 se ilustra una vista esquemática de un sistema de calefacción 19 de un sistema 1 de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. La cámara hueca 2 de la Figura 1 está dispuesta dentro de una carcasa 9. El sistema de calefacción 19 tiene un primer espacio de calefacción 10 configurado para recibir un primer gas de calefacción que tiene una primera temperatura T_1 . El primer gas de calefacción puede conducirse hacia el primer espacio de calefacción 10 a través de al menos una primera entrada de gas de calefacción 26 y salir del primer espacio de calefacción 10 a través de al menos una primera salida de gas de calefacción 28. Además, el sistema de calefacción 19 tiene un segundo espacio de calefacción 11 configurado para recibir un segundo gas de calefacción que tiene una segunda temperatura T_2 . El segundo gas de calefacción puede conducirse hacia el segundo espacio de calefacción 11 a través de al menos una segunda entrada de gas de calefacción 27 y conducirse fuera del segundo espacio de calefacción 11 a través de al menos una segunda salida de gas de calefacción 29. Como puede verse, el primer espacio de calefacción 10 está alineado con o dispuesto adyacente al primer espacio 3 y el segundo espacio de calefacción 11 está alineado con o dispuesto adyacente al segundo espacio 4. El primer espacio de calefacción 10 puede estar en forma de una primera cámara de calefacción que tiene una sección transversal en forma de anillo, por ejemplo. El segundo espacio de calefacción 11 puede estar en forma de una segunda cámara de calefacción que tiene una sección transversal en forma de anillo, por ejemplo. El primer gas de calefacción y el segundo gas de calefacción pueden ser idénticos o diferentes entre sí. Como consecuencia, el primer espacio 3 y el segundo espacio 4 pueden calentarse individualmente calentando la pared 18 de la cámara hueca 2 giratoria. La temperatura de la pared 18 de la cámara 2 giratoria puede ajustarse variando la primera temperatura T_1 del primer gas calefactor y/o la segunda temperatura T_2 del segundo gas calefactor. La temperatura de la pared de la cámara hueca 2 puede estar, por ejemplo, en el primer espacio 3 y en el segundo espacio 4 en un intervalo de entre 200 °C y 800 °C. La temperatura dentro del primer espacio 3 y del segundo espacio 4 puede ser idéntica o diferente entre sí. Por ejemplo, la temperatura dentro del primer espacio 3 puede ser de 600 °C y la del segundo espacio 4 puede ser de 550 °C.

En la Figura 3 se ilustra una vista esquemática de otro sistema de calefacción 19 de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. Como puede verse, el sistema de calefacción 19 está configurado para calentar solo el segundo espacio 4. En tal configuración, no es posible pulverizar agua en el primer espacio 3 como fluido de barrido. Sin embargo, en el primer espacio 3 puede inyectarse cualquier fluido de barrido en forma gaseosa. Por ejemplo, el vapor generado por un generador de vapor puede inyectarse en el primer espacio 3 a través del al menos un inyector.

En la Figura 4 se ilustra una vista esquemática de un detalle de un sistema de calefacción 19 de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. Como puede verse, el segundo espacio de calefacción 11 comprende una pluralidad de zonas de calefacción 30, en donde cada zona de calefacción 30 está configurada para recibir un gas de calefacción que tiene una temperatura específica T_{z1} , ..., T_{zn} . El número de zonas de calefacción 30 puede ser cualquier número entero superior a $n=1$. Como consecuencia, las zonas de calefacción 30 pueden calentarse con temperaturas T_{zi} diferentes o idénticas, ..., T_{zn} , por ejemplo, las temperaturas T_{z1} , ..., T_{zn} son normalmente ajustables. Para cada zona de calefacción 30 se proporciona al menos una entrada de gas de calefacción y al menos una salida de gas de calefacción. Por consiguiente, es posible calentar cada zona de calefacción individualmente para generar un gradiente de temperatura dentro de las zonas del segundo espacio 4. En otras palabras, de este modo, se forman diferentes zonas térmicas entre áreas adyacentes dentro del segundo espacio 4 debido a las diferentes zonas de calefacción 30. Por ejemplo, una temperatura puede ser mayor dentro de un área del segundo espacio 4 en una dirección aguas arriba de la dirección de flujo del fluido de barrido 8. El concepto de zonas de calefacción 30 puede incorporarse al sistema de calefacción 19 como se muestra, por ejemplo, en la Figura 2 o en la Figura 3, es decir, bien en una realización que tiene un sistema de calefacción 19 que comprende un primer espacio de calefacción 10 y un segundo espacio de calefacción 11, bien en una realización que tiene un sistema de calefacción 19 que comprende solo el segundo espacio de calefacción 11.

En la Figura 5 se ilustra una vista esquemática de un detalle de una cámara hueca 2 de un sistema 1 de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. El sistema 1 comprende al menos una estructura 17 que sobresale en el primer espacio 3 desde una superficie interior 18 de la cámara hueca 2 giratoria hacia el interior de la cámara 2. La al menos una estructura 17 es una estructura estática o fija. Por ejemplo, una pluralidad de estructuras 17 en forma de placas puede estar dispuesta dentro del primer espacio 3. La pluralidad de placas es particularmente ventajosa para el intercambio de calor dentro del primer espacio 3. El calor proporcionado por el sistema de calefacción 19 puede transferirse y distribuirse dentro del primer espacio 3 de la cámara hueca 2 para ajustar o variar rápidamente la temperatura dentro del primer espacio 3. La pluralidad de la al menos una estructura 17 es normalmente, pero no necesariamente, del mismo material que la cámara hueca 2. El material de la al menos una estructura tiene normalmente propiedades ventajosamente conductoras del calor.

En la Figura 6 se ilustra una vista esquemática de mayor detalle de una cámara hueca 2 giratoria de un sistema 1 de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. El sistema 1 comprende al menos un objeto móvil 16 dispuesto dentro del primer espacio 3 de la cámara hueca 2 giratoria. Por ejemplo, el al menos un objeto móvil 16 puede ser una bola de acero que rueda dentro del primer espacio 3 durante el giro de la cámara hueca 2. En su lugar o adicionalmente, el objeto móvil puede ser una cadena, por ejemplo. El al menos un objeto móvil 16 está hecho normalmente, pero no necesariamente, del mismo material que la cámara hueca 2. El material del al menos un objeto móvil 16 tiene normalmente propiedades ventajosas conductoras del calor. Otra ventaja del al menos un objeto móvil 16 consiste en que el objeto móvil 16 raspa la superficie interior 18 del primer espacio 3 durante el giro de la cámara hueca 2 con fines de limpieza.

En la Figura 7 se ilustra una vista esquemática de un detalle aún mayor de una cámara hueca 2 de un sistema 1 de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. De acuerdo con la realización mostrada, el primer espacio 3 y el segundo espacio 4 giran individualmente. En otras palabras, la velocidad de rotación del primer espacio 3 puede ser diferente de la velocidad de rotación del segundo espacio 4, como se indica mediante flechas rpm_1 , rpm_2 . La velocidad de rotación de cada uno del primer espacio 3 y del segundo espacio 4 puede estar, por ejemplo, en el intervalo de entre 0,1 y 5 revoluciones por minuto (rpm), por ejemplo, en el intervalo de entre 1 y 2 rpm. Sin embargo, tanto el primer espacio 3 como el segundo espacio 4 o solo el segundo espacio 4 pueden calentarse como se ha descrito anteriormente.

De acuerdo con determinadas otras realizaciones, solo gira el segundo espacio 4 y el primer espacio 3 permanece inmóvil. En tal configuración, no hay objetos móviles presentes dentro del primer espacio 3 como se describe en relación con la Figura 6. Sin embargo, tanto el primer espacio 3 como el segundo espacio 4 o solo el segundo espacio 4 pueden calentarse como se ha descrito anteriormente.

En la Figura 8 se ilustra una vista esquemática de incluso otro detalle aún mayor de una cámara hueca 2 de un sistema 1 de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. La superficie de la pared interior 12 dentro del segundo espacio 4 puede ser parcialmente cónica para impedir que el material de residuos plásticos se distribuya en dirección hacia la barrera 14. La superficie de la pared interior parcialmente cónica puede obtenerse, por ejemplo, soldando una inserción 33 hueca que tiene una superficie interior cónica a la barrera 14 y a la pared interior de la cámara hueca 2 dentro del segundo espacio 4.

En la Figura 9 se ilustra una vista esquemática de un detalle de un sistema 1 de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. La carcasa 9 comprende una cavidad 31 o espacio en el que se puede conducir un fluido de barrido 8 en forma gaseosa. A través del extremo delantero 24 de la cámara hueca 2 se dispone además una pluralidad de orificios 32. Por lo tanto, el fluido de barrido 8 en forma gaseosa puede fluir hacia el primer espacio 3 a través de los orificios 32. El fluido de barrido 8 en forma gaseosa puede ser conducido hacia el primer espacio 3 en sistemas 1 que tienen un primer espacio 3 estacionario o en sistemas 1 que tienen un primero y segundo espacios 3, 4 en rotación individual o simultánea. La cavidad 31 tal cual no se gira. En otras palabras, el detalle mostrado en la

Figura 9 representa un inyector 21 de fluido de barrido para inyectar un fluido de barrido 8 en el primer espacio 3. Uno o más fluidos de barrido 8 pueden inyectarse adicionalmente en el primer espacio 3, por ejemplo, mediante la utilización de una o más lanzas de fluido de barrido como se ha descrito anteriormente.

5 En la Figura 10 se ilustra una vista esquemática de un sistema 1 de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. El sistema 1 comprende un llamado reactor o reactor de horno rotatorio, en particular para la descomposición térmica de materiales a temperaturas elevadas en presencia de una cantidad nula o baja de oxígeno para evitar la combustión de hidrocarburos. Este proceso también se denomina pirólisis.

10 El principio de funcionamiento de la realización mostrada difiere del principio de funcionamiento de las realizaciones mostradas en las Figuras 1-9. Particularmente, se inyecta al menos un fluido de barrido 8 tanto en el primer espacio 3 como en el segundo espacio 4, ambos comprendidos por una cámara hueca 2.

15 La cámara hueca 2 tiene normalmente la forma de un cilindro hueco alargado. El término "alargado" significa que la longitud del cilindro hueco es sustancialmente mayor que el diámetro del cilindro hueco. Por ejemplo, la longitud del cilindro hueco puede ser de 18 m y el diámetro del cilindro hueco puede ser de 2 m. La cámara hueca 2 normalmente está hecha de un metal o aleación metálica. Al menos el segundo espacio 4 está configurado para girar alrededor de un eje de rotación A. El eje de rotación A está normalmente orientado horizontalmente o sustancialmente en horizontal. Por "eje orientado horizontalmente" se entiende un eje orientado perpendicularmente a un vector de gravedad o perpendicularmente a la normal de la superficie de la Tierra. De manera similar, la expresión "eje orientado sustancialmente en horizontal" significa un eje inclinado unos pocos grados, por ejemplo, menos de 10 grados, respecto al eje que está orientado perpendicularmente a un vector de gravedad o perpendicularmente a la normal en la superficie de la Tierra. Solo el segundo espacio 4 puede estar configurado para girar en la realización mostrada de la Figura 10. De acuerdo con otras realizaciones, tanto el primer espacio 3 como el segundo espacio 4 giran simultáneamente como se ha divulgado en relación con la Figura 1 o tanto el primer espacio 3 como el segundo espacio 4 giran individualmente como se ha descrito en relación con la Figura 7. La velocidad de rotación del primer espacio 3 y/o del segundo espacio 4 puede estar, por ejemplo, en el intervalo de entre 0,1 y 5 revoluciones por minuto (rpm), por ejemplo, en el intervalo de entre 1 y 2 rpm.

30 El sistema además comprende un sistema de calefacción (no representado) como se ha descrito anteriormente en relación con cualquiera de las Figuras 1 - 4, es decir, tanto el primer como el segundo espacio 3, 4 se calientan individualmente o solo se calienta el segundo espacio 4. Además, puede ser posible calentar zonas del segundo espacio 4 individualmente para generar un gradiente de temperatura dentro de zonas del segundo espacio 4.

35 El sistema 1 incluso comprende además una lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 que tiene al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos 6. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 es estacionaria, es decir, la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 no está configurada para girar y al menos una parte de la cámara hueca 2 está configurada para girar alrededor de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 puede ser, por ejemplo, en forma de un cilindro hueco. Un eje central de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 está normalmente dispuesto u orientado coaxialmente con el eje de rotación A. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 está normalmente hecha de metal o de una aleación metálica. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 se extiende dentro de la cámara hueca 2 al menos a través del primer espacio 3. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 puede además extenderse parcialmente hacia el segundo espacio 4 como se muestra en la Figura 10. El sistema 1 está configurado para alimentar residuos poliméricos 7 en el segundo espacio 4 a través de la al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos 6. La lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 comprende o está acoplada a un sistema de alimentación (no mostrado). El sistema de alimentación es normalmente de tipo extrusión. Los residuos poliméricos 7 están (predominantemente) premoldeados para que la alimentación se convierta en una forma fluida que permita el desplazamiento a través de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5.

50 El material de residuos poliméricos 7 alimentado al segundo espacio 4 a través de la al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos 6 de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 cae sobre una superficie interior 12 calentada del segundo espacio 4 debido a la gravedad. La rotación del segundo espacio 4 hace que el material de residuos poliméricos 7 se distribuya sobre al menos una parte de la superficie interior 12 del segundo espacio 4. La distribución del material de residuos poliméricos 7 sobre al menos una parte de la superficie interior 12 del segundo espacio 4 puede perfeccionarse inclinando la cámara hueca 2 giratoria unos grados, por ejemplo, de 3 a 5 grados con respecto al eje horizontal. En tal configuración, la cámara hueca 2 giratoria está dispuesta sustancialmente en horizontal.

60 La elevada temperatura de la pared de la cámara hueca 2 provoca la descomposición térmica del material de residuos poliméricos 7 dentro del segundo espacio 4, convirtiendo así el material de residuos poliméricos 7 en un gas 22 a partir de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente y un residuo. El residuo puede comprender contaminantes inorgánicos o inorgánicos, por ejemplo. La cámara hueca 2 mostrada comprende una salida de residuos 23 para el primer espacio 3 y además otra salida de residuos 23 para el segundo espacio 4.

65 La cámara hueca 2 además comprende una barrera 14 o junta entre el primer espacio 3 y el segundo espacio 4. La

barrera 14 o junta está configurada para permitir el flujo de un fluido, en particular un flujo de gas, del segundo espacio 4 al primer espacio 3. Entre la barrera 14 y la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 hay provista una abertura 15. La abertura 15 puede ser permeable para que el fluido de barrido 8 y el gas 22 fluyan en la dirección desde el segundo espacio 4 hacia el primer espacio 3, pero impermeable en la dirección opuesta. Como alternativa, la barrera 14 o junta también puede comprender características que permitan el flujo de gas, es decir, una pluralidad de perforaciones, por ejemplo. La barrera 14 normalmente está hecha de metal, una aleación metálica o un tejido resistente a altas temperaturas.

El sistema 1 mostrado además comprende incluso una pluralidad de inyectores 21 de fluido de barrido capaces de inyectar al menos un fluido de barrido 8 en el primer espacio 3 y además en el segundo espacio 4. En otras palabras, el sistema 1 comprende, dentro de una carcasa (no mostrada), una cavidad 31 o espacio en el que puede conducirse un fluido de barrido 8 en forma gaseosa. La cavidad 31, como parte de la carcasa, es estacionaria. A través del extremo delantero 24 de la cámara hueca 2 se dispone además una pluralidad de orificios 32. Por lo tanto, un fluido de barrido 8 en forma gaseosa puede fluir hacia el primer espacio 3 a través de los orificios 32. El fluido de barrido 8 en forma gaseosa puede ser conducido hacia el primer espacio 3 en sistemas 1 que tienen un primer espacio 3 estacionario o en sistemas 1 que tienen un primero y segundo espacios 3, 4 en rotación individual o simultánea. En otras palabras, la cavidad 31 mostrada en la Figura 10 representa un inyector 21 de fluido de barrido para inyectar un fluido de barrido 8 en el primer espacio 3. Uno o más fluidos de barrido 8 idénticos u otros pueden inyectarse adicionalmente en el primer espacio 3, por ejemplo, mediante la utilización de una o más lanzas de fluido de barrido como se ha descrito anteriormente. Además, se inyecta un fluido de barrido 8 idéntico u otro en el segundo espacio 4 como se muestra en la Figura 10. La inyección de un fluido de barrido 8 en el segundo espacio 4 tiene lugar normalmente a través de un extremo trasero 25 de la cámara hueca 2. Por ejemplo, puede proporcionarse al menos otra lanza de inyección y/u otra cavidad o espacio en el que pueda conducirse un fluido de barrido 8 en forma gaseosa, es decir, similar al extremo delantero del reactor.

Dentro de la realización de la Figura 10, la expresión "inyector de fluido de barrido" significa una unidad específica para inyectar el al menos un fluido de barrido 8 en el primer espacio 3 o en el segundo espacio 4. Tal inyector de fluido de barrido puede, por ejemplo, comprender al menos una lanza de inyección de fluido de barrido que se extiende hacia el primer espacio 3 o hacia el segundo espacio 4. Tal inyector de fluido de barrido puede, por ejemplo, comprender una boquilla. Como alternativa, la expresión "inyector de fluido de barrido" puede significar también una simple abertura en el sistema 1 a través de la cual el al menos un fluido de barrido 8 puede ser conducido hacia el primer espacio 3. El sistema 1 puede comprender también una pluralidad de inyectores 21 de fluido de barrido, en donde cada inyector 21 de fluido de barrido puede inyectar un fluido de barrido 8 diferente en el primer espacio 3 o en el segundo espacio 4. Un inyector 21 de fluido de barrido puede estar dispuesto, por ejemplo, para inyectar un gas condensable en el primer espacio 3 o en el segundo espacio 4 y otro inyector 21 de fluido de barrido puede estar dispuesto, por ejemplo, para inyectar un gas no condensable en el primer espacio 3 o en el segundo espacio 4. Los inyectores de fluido de la pluralidad de inyectores 21 de fluido de barrido pueden estar, por ejemplo, cada uno de ellos provisto en forma de lanza de inyección de fluido de barrido independiente. Tales lanzas de inyección de fluido de barrido pueden estar, por ejemplo, dispuestas alrededor de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5. En dichos casos, puede preverse además un tubo protector que cubra al menos una parte de la pluralidad de lanzas de inyección 21 de fluido de barrido y al menos una parte de la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5. Como consecuencia, varios fluidos de barrido 8 pueden ser conducidos a través de al menos una parte del tubo protector, pero por separado de la alimentación de residuos poliméricos. El tubo protector, así como la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 y la pluralidad de lanzas de inyección dispuestas dentro del tubo protector son estacionarios, es decir, no están configurados para girar. Las aberturas 32 pueden estar previstas adicionalmente o en su lugar a través del extremo delantero 24 de la cámara hueca 2 para conducir al menos un fluido de barrido 8 hacia el primer espacio 3 y/o a través del extremo trasero 25 de la cámara hueca 2 para conducir al menos un fluido de barrido 8 hacia el segundo espacio 4, por ejemplo. El al menos un inyector 21 de fluido de barrido puede estar comprendido por la lanza de alimentación de residuos poliméricos 5 o ser independiente de la lanza 5. Un flujo másico del fluido de barrido a través del al menos un inyector 21 de fluido de barrido y/o una velocidad de flujo pueden ser ajustables. La presión dentro del primer espacio 3 y dentro del segundo espacio 4 puede controlarse utilizando sensores de presión, respectivamente.

El fluido de barrido 8 puede ser, por ejemplo, al menos uno de un gas condensable, vapor, agua, un gas no condensable, nitrógeno, un hidrocarburo, o gasóleo. Como se ha descrito anteriormente, también pueden inyectarse simultáneamente combinaciones de los fluidos de barrido 8 antes mencionados en el primer espacio 3 y en el segundo espacio 4. El agua puede ser, por ejemplo, pulverizada a través de al menos una boquilla comprendida por el al menos un inyector 21 de fluido de barrido en el primer espacio 3 o directamente sobre una superficie interior calentada de la pared de la cámara hueca 2 en el primer espacio 3, provocando así la vaporización instantánea del agua pulverizada y la generación de vapor in situ en el interior del reactor, eliminando así la necesidad de una unidad de generación de vapor separada. A continuación, se permite que el fluido de barrido fluya hacia la salida de gas 20. El flujo de fluido desde la cavidad 31 hacia el primer espacio 3 evita un retroceso del gas 22 procedente de los residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente. Por lo tanto, la cavidad 31 permanece libre de partículas de material sólido transportadas hacia la salida de gas 20. El uso de un gas condensable, vapor o agua como fluido de barrido 8 es ventajoso para fines de postratamiento, cuando el fluido de barrido 8 deba separarse del producto 13 en una fase posterior.

Adicionalmente, el sistema 1 comprende la salida de gas 20 comprendida por el primer espacio 3 para recoger un producto 13 que comprende el al menos un fluido de barrido 8 y un gas 22 procedente de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente. Al proporcionar la salida de gas 20 en el primer espacio 3, es decir, lejos del segundo espacio 4, se puede disminuir el contenido de material sólido en forma de partículas ligeras o polvo transportado por el producto 13. Un gradiente de presión entre la cámara hueca 2 y la al menos una salida de gas 20 está normalmente en un intervalo de entre 0,1 - 5 kPa, por ejemplo, 0,5 - 2 kPa. Normalmente, se proporciona una presión reducida en el lugar de la al menos una salida de gas 20, por ejemplo, utilizando un compresor, para crear un vacío para extraer de los respectivos espacios 3, 4 el al menos un fluido de barrido 8 y el gas 22 de los residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente.

La superficie de la pared interior 12 dentro del segundo espacio 4 puede ser parcialmente cónica para impedir que el material de residuos plásticos se distribuya en dirección hacia la barrera 14. La superficie de la pared interior parcialmente cónica puede obtenerse, por ejemplo, soldando una inserción 33 hueca que tiene una superficie interior cónica a la barrera 14 y a la pared interior de la cámara hueca 2 dentro del segundo espacio 4.

Debe entenderse que las realizaciones de la invención divulgadas no se limitan a las estructuras, etapas o materiales del proceso particulares divulgados en el presente documento, sino que se amplían a los equivalentes de los mismos como reconocerían las personas normalmente versadas en la materia de la técnica pertinente. También debe entenderse que la terminología empleada en el presente documento se usa para los fines únicamente de descripción de las realizaciones particulares y no se pretende que sea limitante.

La referencia a lo largo de esta memoria descriptiva a una realización o una realización significa que un rasgo, estructura o característica particular descrito junto con la realización está incluida en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, las apariciones de las expresiones "en una sola realización" o "en una realización" en diversos lugares a lo largo de la presente memoria descriptiva no se refieren todas necesariamente a la misma realización. Cuando se hace referencia a un valor numérico utilizando un término tal como, por ejemplo, aproximadamente o sustancialmente, también se divulga el valor numérico exacto.

Como se utiliza en el presente documento, puede presentarse una pluralidad de artículos, elementos estructurales, elementos composicionales y/o materiales en una lista común por conveniencia. Sin embargo, estos listados han de interpretarse como si cada elemento del listado se identificase individualmente como un elemento separado y único. Por lo tanto, ningún miembro individual de tal listado debe interpretarse como un equivalente de hecho de ningún otro miembro del mismo listado únicamente basándose en su presentación en un grupo común sin indicaciones de lo contrario. Igualmente, en el presente puede hacerse referencia a diversas realizaciones y ejemplos de la presente invención junto con alternativas para los diversos componentes de la misma. Se entiende que tales realizaciones, ejemplos y alternativas no deben considerarse equivalentes de hecho entre sí, sino que deben considerarse representaciones separadas y autónomas de la presente invención.

Asimismo, los rasgos, estructuras o características descritos pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. En la descripción, se proporcionan numerosos detalles específicos, tal como ejemplos de longitudes, anchuras, formas, etc., para proporcionar una comprensión profunda de las realizaciones de la invención. Un experto en la materia pertinente reconocerá, sin embargo, que la invención puede ponerse en práctica sin uno o más de los detalles específicos, o con otros métodos, componentes, materiales, etc. En otros casos, las estructuras, los materiales o las operaciones conocidos no se muestran ni se describen en detalle para evitar que se vean afectados aspectos de la invención.

Mientras que los ejemplos anteriores son ilustrativos de los principios de la presente invención en una o más aplicaciones particulares, será evidente para personas normalmente versadas en la materia que se pueden realizar numerosas modificaciones en la forma, el uso y los detalles de aplicación sin el ejercicio de la facultad inventiva, y sin apartarse de los principios y conceptos de la invención. En consecuencia, no se pretende que la invención esté limitada, excepto por las reivindicaciones expuestas a continuación.

Los verbos "comprender" e "incluir" se usan en este documento como limitaciones abiertas que no excluyen ni requieren la existencia de rasgos no citados. Los rasgos enumerados en las reivindicaciones dependientes adjuntas se pueden combinar libremente entre sí, salvo que se especifique explícitamente lo contrario. Asimismo, se ha de entender que el uso de "un" o "una", es decir, una forma en singular, a lo largo del presente documento no excluye una pluralidad.

Aplicabilidad industrial

Al menos algunas realizaciones de la presente invención encuentran aplicación industrial en el tratamiento de residuos poliméricos.

Lista de signos de referencia

1 sistema

2	cámara hueca
3	primer espacio
4	segundo espacio
5	lanza de alimentación de residuos poliméricos
6	salida de alimentación de residuos poliméricos
7	residuos poliméricos
8	fluido de barrido
9	carcasa
10	primer espacio de calefacción
11	segundo espacio de calefacción
12	superficie interior de la cámara hueca de la segunda cámara
13	producto
14	barrera
15	abertura
16	objeto móvil
17	estructura
18	superficie interior de la cámara hueca
19	sistema de calefacción
20	salida de gas
21	inyector
22	gas
23	salida de residuos
24	extremo delantero
25	extremo trasero
26	primera entrada de gas de calefacción
27	segunda entrada de gas de calefacción
28	primera salida de gas de calefacción
29	segunda salida de gas de calefacción
30	zona de calefacción
31	cavidad
32	orificio
33	inserción
A	eje de rotación

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) que comprende:

- 5 • una cámara hueca (2) que comprende un primer espacio (3) y un segundo espacio (4), en donde el segundo espacio (4) es giratorio o el primer espacio (3) y el segundo espacio (4) son giratorios, en donde la cámara hueca (2) comprende una barrera (14) entre el primer espacio (3) y el segundo espacio (4),
- un sistema de calefacción (19) configurado para calentar el segundo espacio (4) o para calentar individualmente el primer espacio (3) y el segundo espacio (4), una lanza de alimentación de residuos poliméricos (5) que tiene al
- 10 menos una salida de alimentación de residuos poliméricos (6), en donde la lanza de alimentación de residuos poliméricos (5) se extiende dentro de la cámara hueca (2) al menos a través del primer espacio (3), en donde el sistema (1) está configurado para alimentar residuos poliméricos (7) únicamente en el segundo espacio (4) a través de la al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos (6), y en donde entre la barrera (14) y la lanza de alimentación de residuos poliméricos (5) hay provista una abertura (15), y
- 15 • al menos un inyector (21) de fluido de barrido capaz de inyectar al menos un fluido de barrido (8) en el primer espacio (3) o en el primer espacio (3) y en el segundo espacio (4) a fin de formar un flujo de fluido hacia al menos una salida de gas (20) para recoger un producto (13) que comprende el al menos un fluido de barrido y un gas (22) a partir de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente.

20 2. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema (1) comprende un compresor dispuesto más abajo de la salida de gas (20).

3. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la cámara hueca (2) está al menos parcialmente dispuesta dentro de una carcasa (9) que comprende el sistema de calefacción (19), en donde el sistema de calefacción (19) comprende

- un primer espacio de calefacción (10) configurado para recibir un primer gas de calefacción que tiene una primera temperatura (T_1) y un segundo espacio de calefacción (11) configurado para recibir un segundo gas de calefacción que tiene una segunda temperatura (T_2), en donde el primer espacio de calefacción (10) está alineado con el primer espacio (3) y el segundo espacio de calefacción (11) está alineado con el segundo espacio (4), o bien
- solo el segundo espacio de calefacción (11) configurado para recibir el segundo gas de calefacción que tiene una segunda temperatura (T_2), en donde el segundo espacio de calefacción (11) está alineado con el segundo espacio (4).

4. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el segundo espacio de calefacción (11) comprende una pluralidad de zonas de calefacción (30), en donde cada zona de calefacción (30) está configurada para recibir un gas de calefacción que tiene una temperatura específica (T_{Z1} , T_{Zn}).

5. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el sistema (1) además comprende al menos una bola o cadena de acero móvil (16) dispuesta dentro del primer espacio (3).

6. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el sistema (1) además comprende al menos una estructura (17) que sobresale en el primer espacio (3) desde una superficie interior (18) de la cámara hueca (2) hacia el interior de la cámara (2).

7. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el sistema (1) está configurado para inyectar a través del al menos un inyector (21) de fluido de barrido al menos uno de:

- 50 • un gas condensable,
- vapor,
- agua,
- un gas no condensable,
- nitrógeno, o
- 55 • un hidrocarburo tal como un aceite de pirólisis o gasóleo.

8. El sistema (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde la salida de gas (20) está comprendida bien por el primer espacio (3) o bien por el segundo espacio (4).

9. Un método que comprende:

- proporcionar una cámara hueca (2) que comprende un primer espacio (3) y un segundo espacio (4), en donde la cámara hueca (2) comprende una barrera (14) entre el primer espacio (3) y el segundo espacio (4),
- girar el segundo espacio (4) o girar el primer espacio (3) y el segundo espacio (4),
- 65 • calentar el segundo espacio (4) o calentar individualmente el primer espacio (3) y el segundo espacio (4),

- 5

 - proporcionar una lanza de alimentación de residuos poliméricos (5) que tiene al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos (6), en donde la lanza de alimentación de residuos poliméricos (5) se extiende dentro de la cámara hueca (2) al menos a través del primer espacio (3), y alimentar los residuos poliméricos solo en el segundo espacio (4) a través de la al menos una salida de alimentación de residuos poliméricos (6), en donde está provista una abertura (15) entre la barrera (14) y la lanza de alimentación de residuos poliméricos (5)
 - inyectar al menos un fluido de barrido (8) mediante al menos un inyector (21) de fluido de barrido en el primer espacio (3) o en el primer espacio (3) y en el segundo espacio (4) para formar un flujo de fluido hacia al menos una salida de gas (20) para recoger un producto (13) que comprenda el al menos un fluido de barrido y un gas (22) a partir de residuos poliméricos pirolizados al menos parcialmente.
- 10

10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde una temperatura de la pared de la cámara hueca (2) está en el primer espacio (3) y en el segundo espacio (4) en un intervalo de entre 500 - 800 °C.
- 15

11. El método de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en donde el método comprende, además:

 - disponer la cámara hueca al menos parcialmente dentro de una carcasa (9) que tiene un primer espacio de calefacción (10) y un segundo espacio de calefacción (11),
 - recibir un primer gas de calefacción que tiene una primera temperatura (T_1) en el primer espacio de calefacción (10), en donde el primer espacio de calefacción (10) está alineado con el primer espacio (3), y
 - recibir un segundo gas de calefacción que tiene una segunda temperatura (T_2) en el segundo espacio de calefacción (11), en donde el segundo espacio de calefacción (11) está alineado con el segundo espacio (4).
- 20

12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en donde el fluido de barrido es al menos uno de:

 - un gas condensable,
 - vapor,
 - agua,
 - un gas no condensable,
 - nitrógeno,
 - un hidrocarburo tal como un aceite de pirólisis o un gasóleo.
- 25

13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en donde un gradiente de presión entre la cámara hueca (2) y la al menos una salida de gas (20) está en un intervalo de entre 0,1- 5 kPa.
- 30

14. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-13, comprendiendo el método además:

 - profundir o extrudir los residuos poliméricos antes de alimentarlos en el segundo espacio (4).
- 35

15. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-14, comprendiendo el método además:

 - licuar el gas recogido más adelante de la salida de gas (20).
- 40

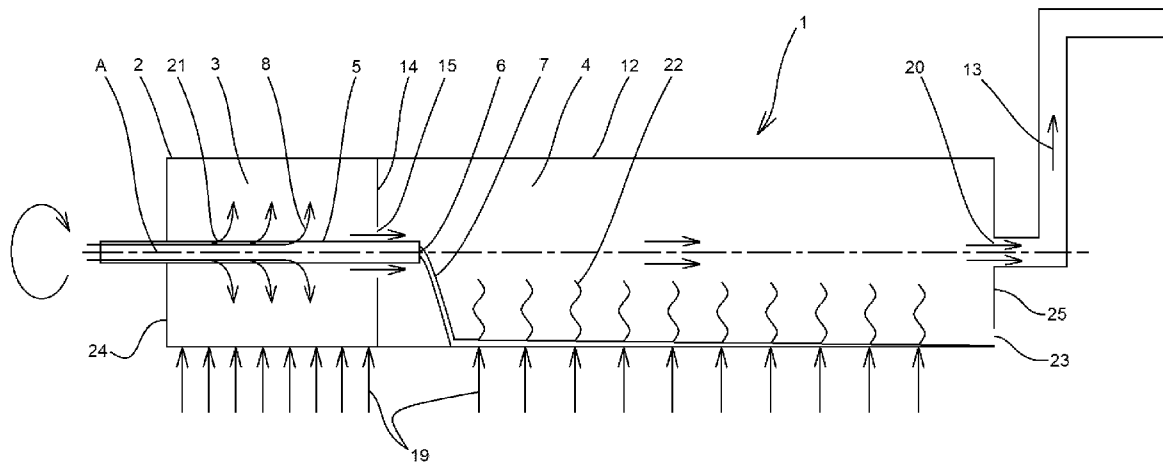


Fig. 1

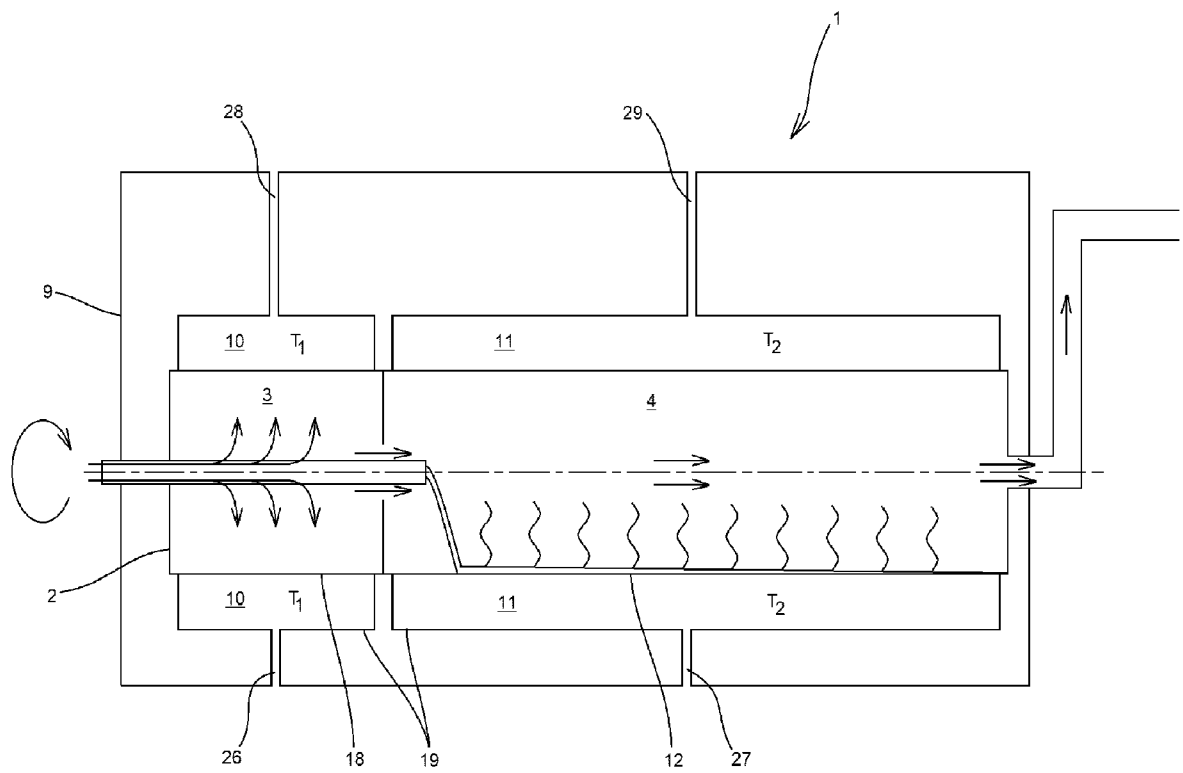


Fig. 2

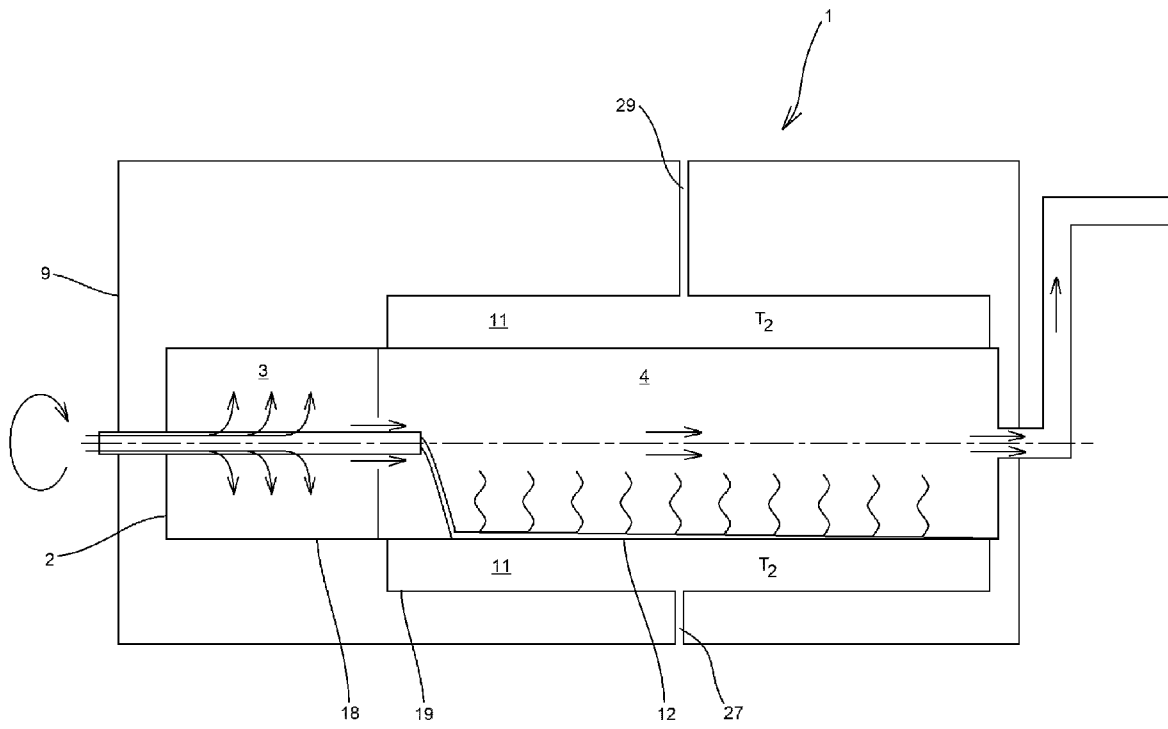


Fig. 3

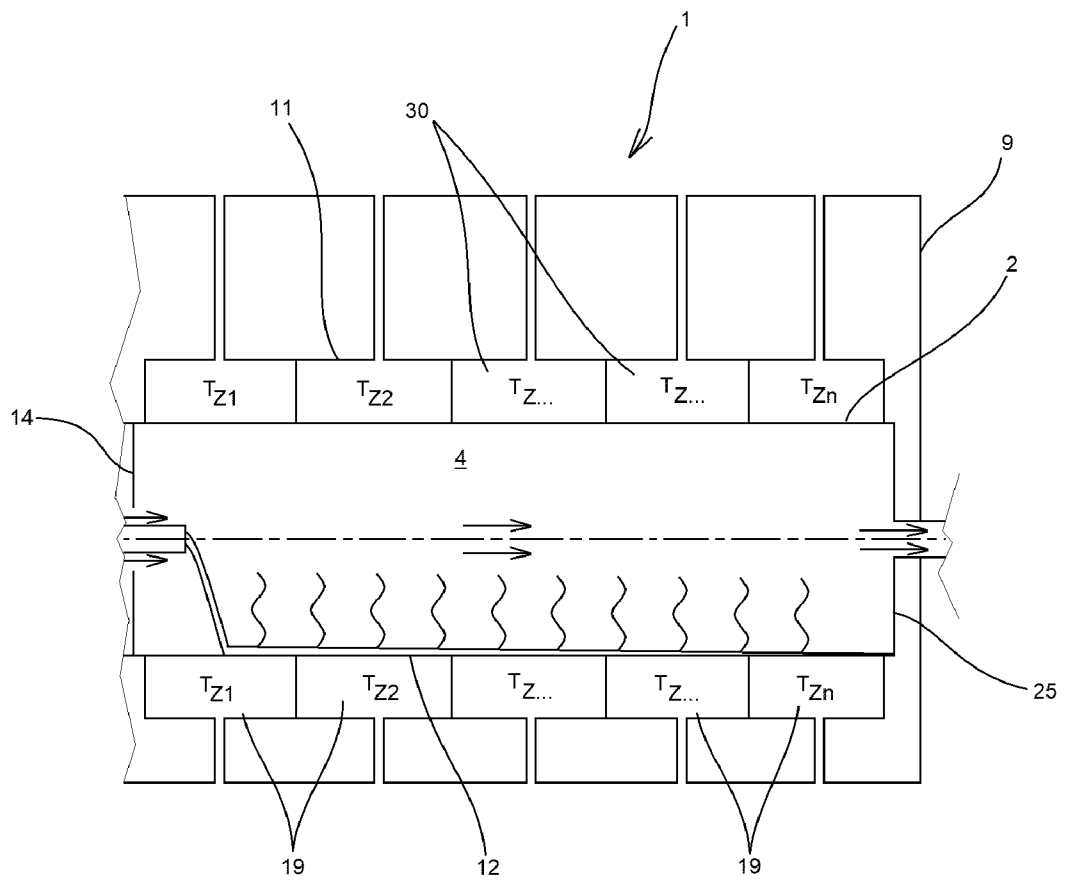


Fig. 4

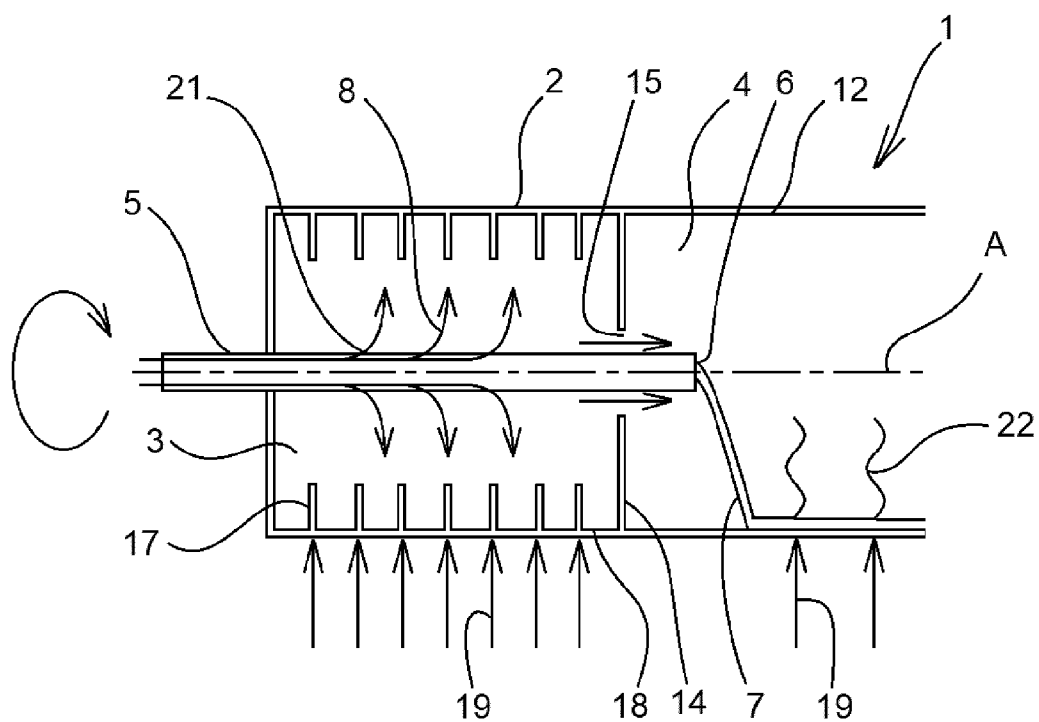


Fig. 5

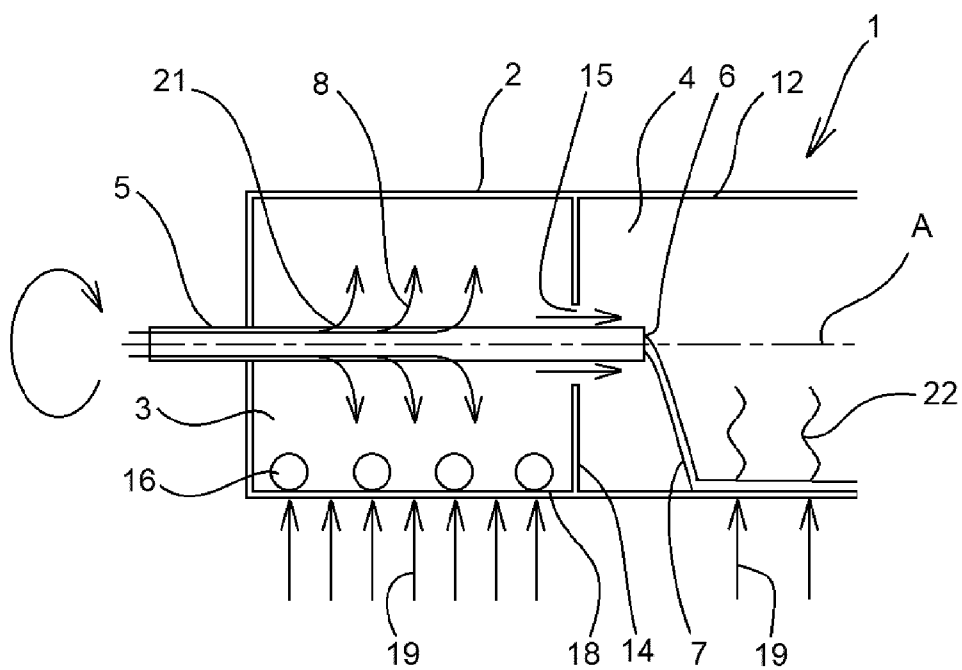


Fig. 6

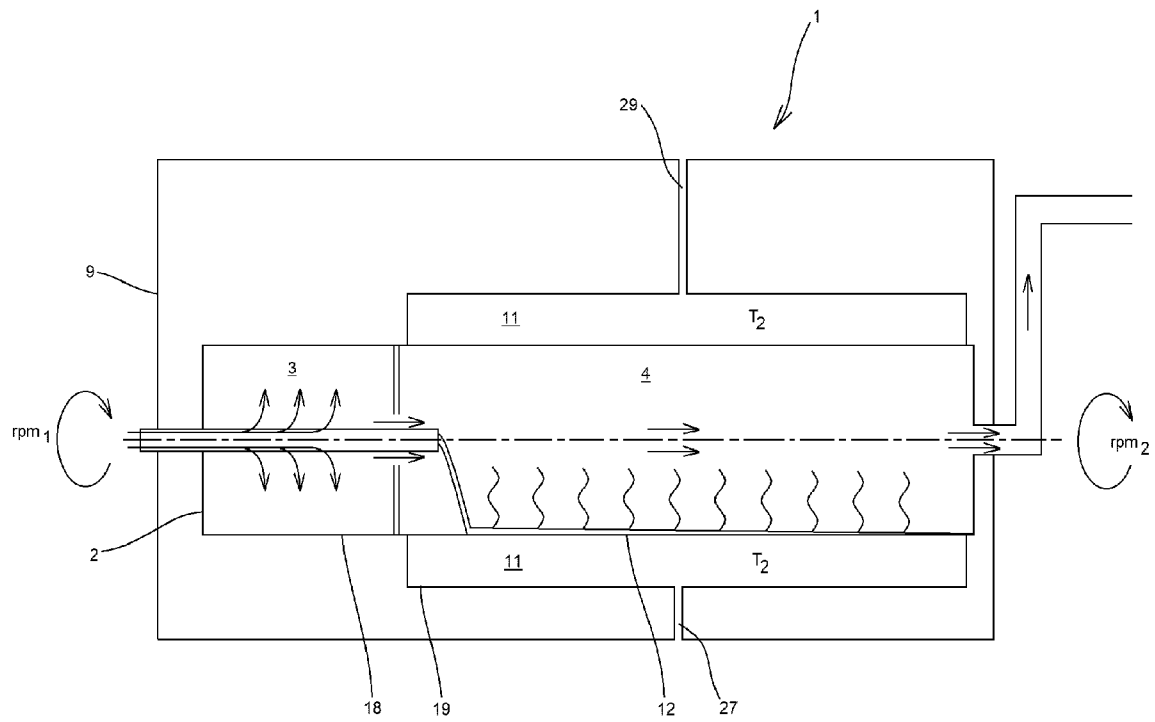


Fig. 7

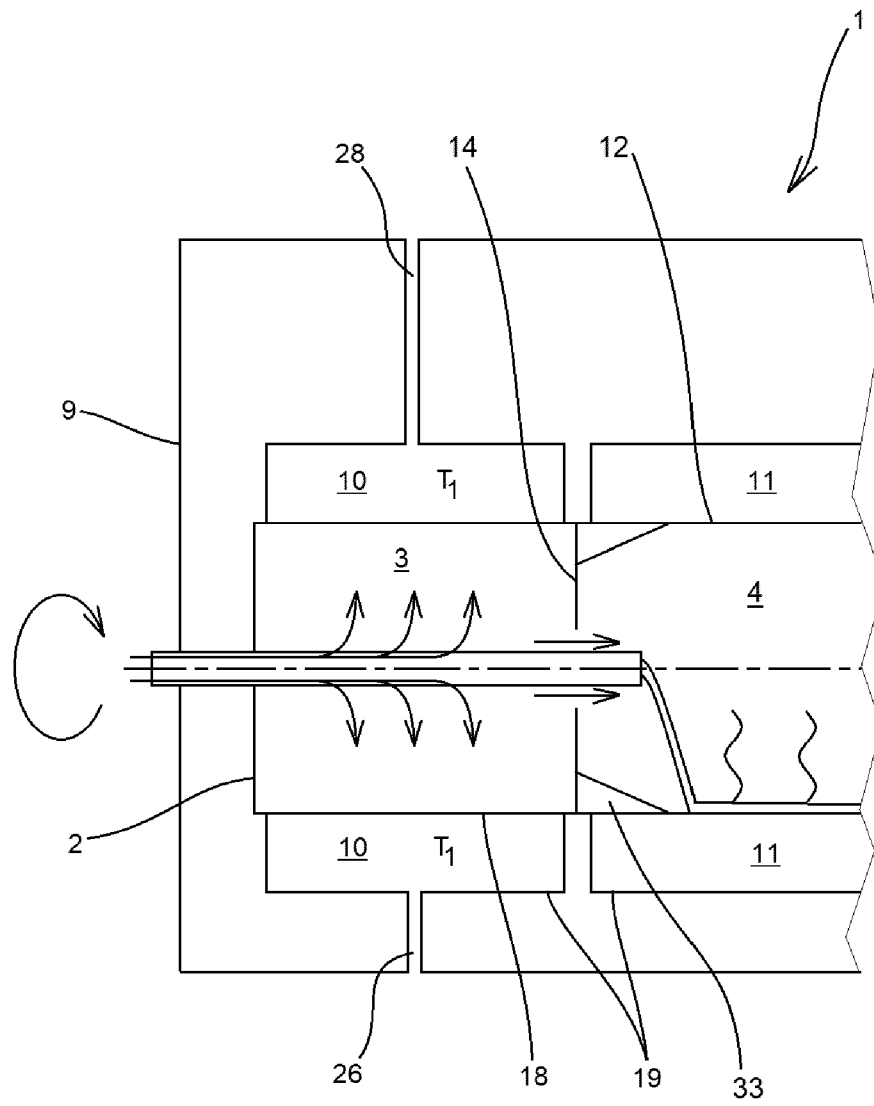


Fig. 8

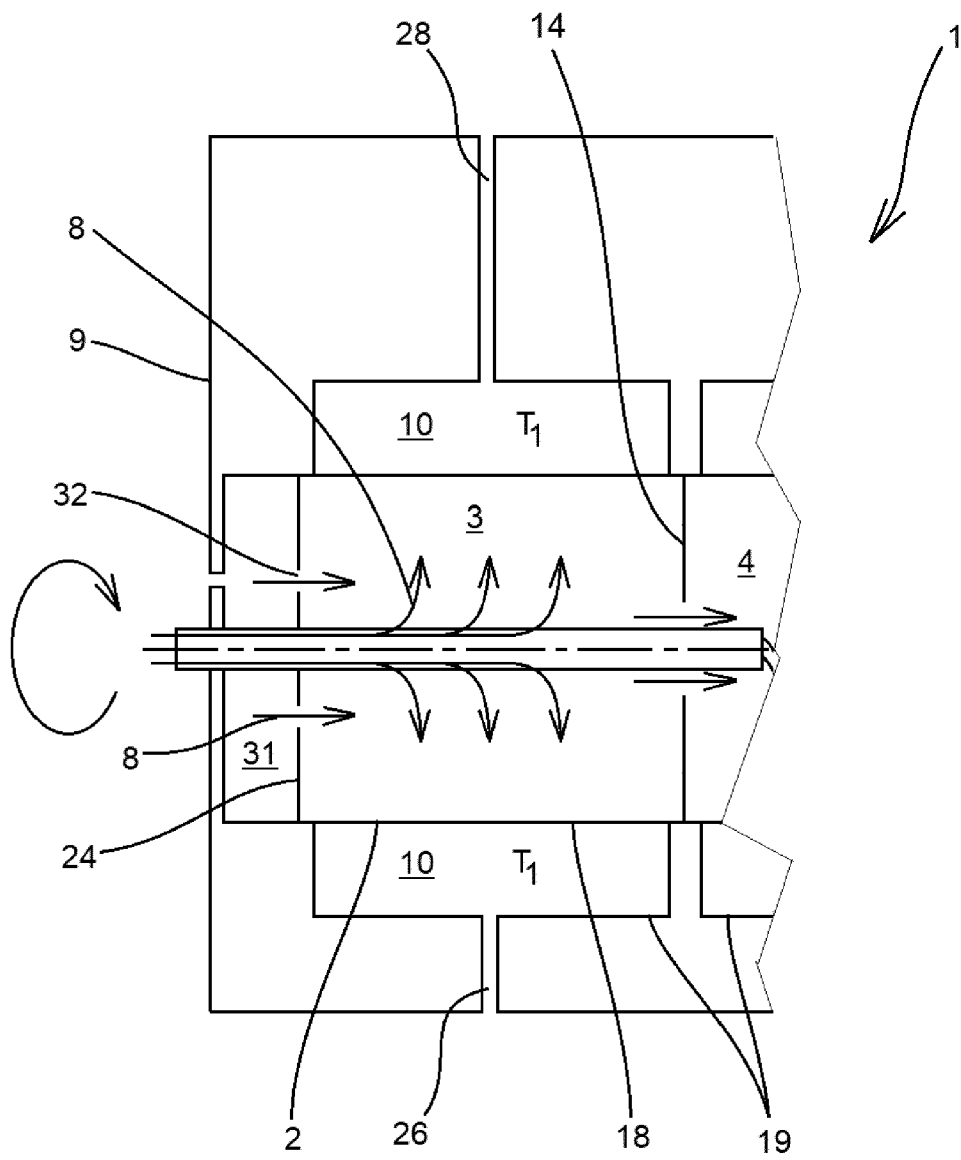


Fig. 9

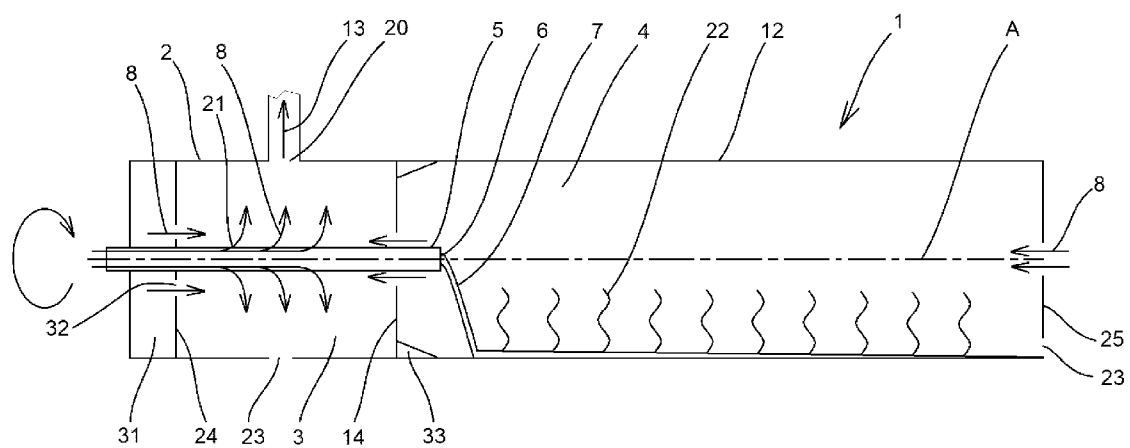


Fig. 10