

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 988**

51 Int. Cl.:

C10B 49/04 (2006.01)

C10B 53/07 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.08.2007 PCT/HU2007/000074**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.02.2008 WO08020258**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.08.2007 E 07804516 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 2059575**

54 Título: **Reactor y aparato, para someter a pirólisis desechos, especialmente neumáticos**

30 Prioridad:

17.08.2006 HU 0600661

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

14.04.2021

73 Titular/es:

PIROLISIS PROJECT KFT. (100.0%)

Konini u. 19, fszt. 2

H-9028 Győr, HU

72 Inventor/es:

BALINT, ANDRÁS, BENCE;

VARGA, PÉTER;

NAGY, LÁSZLÓ;

DEMETER, SÁNDOR y

FODOR, IVÁN, PÁL

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 818 988 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

Reactor y aparato, para someter a pirólisis desechos, especialmente neumáticos

5 **SECTOR TÉCNICO**

La presente invención se refiere principalmente a un reactor, para someter a pirólisis neumáticos de caucho u otros desechos, comprendiendo dicho reactor un espacio de pirólisis, un puerto de entrada y un puerto de salida que permiten un flujo a través del espacio de pirólisis de un medio de calentamiento, para transferir el calor requerido para la pirólisis, y un puerto de descarga inferior, para descargar residuos sólidos de la pirólisis. La presente invención se refiere, además, a un aparato de pirólisis que comprende el reactor mencionado anteriormente.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

15 Un problema conocido es que la eliminación de diversos desechos, por ejemplo, neumáticos de caucho utilizados, impone una gran carga sobre el medio ambiente. Por tanto, se han concebido varias soluciones para reciclar restos de neumáticos de caucho de una manera que se puedan utilizar para extraer materiales valiosos para su utilización adicional. Uno de los procedimientos más adecuados para hacer lo anterior es la pirólisis, que se lleva a cabo en neumáticos de caucho enteros o triturados, según la técnica anterior.

20 A modo de ejemplo, en las Patentes US 3 997 407, US 4 846 082, US 5 060 584, US 5 595 483, US 6 048 374, EP 0 532 901 A1, EP 1 462 505 B1 y WO 2005/047435 A2 se describen reactores y aparatos para someter a pirólisis neumáticos de caucho y, dado el caso, otros desechos. Estas soluciones conocidas comprenden componentes de agitación rotatorios y enfoques de lecho fluidizado para permitir una pirólisis fácil. La desventaja de los componentes de agitación es que aumentan sustancialmente los costes de construcción y funcionamiento del reactor y, además, que se enredan con las secciones de alambres en los neumáticos de caucho sin triturar y triturados, provocando de ese modo un bloqueo en el espacio de pirólisis. Una desventaja del enfoque de lecho fluidizado es que se debe proporcionar una velocidad relativamente alta de flujo de medio de calentamiento y, además, que debido a la intensa agitación, en este caso surge igualmente el problema de enredo de alambres.

30 En las Patentes WO-A-98/47984, DE-A-31 31 143, FR-A-872 551 y US-A-3,509,027 se dan a conocer reactores conocidos adicionales.. En los reactores conocidos, el material destinado a ser incinerado o sometido a pirólisis está en un movimiento continuo, como resultado de lo cual surgen en el material diferencias de temperatura sustanciales, que ascienden posiblemente hasta varios cientos de grados. Debido al movimiento interno constante y no controlado, en el caso de desechos de caucho reforzados con cordones de alambre de acero, se generan grandes "esferas" a partir de los alambres, y su retirada del sistema representa un problema difícil. Una desventaja adicional es el requisito de una temperatura muy alta, que puede incluso ser superior a 1.000 °C, y esto necesita la aplicación de materiales estructurales muy costosos. Un problema adicional es que el periodo en el que permanecen restos de desechos en el aparato y la tasa resultante de cambios de temperatura son ocasionales (pueden incluso ser muy cortos o muy largos) en las diversas zonas de temperatura (precalentamiento, pirólisis, oxidación). Por tanto, no se puede controlar la composición química del gas/vapor generado.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

45 En la creación de la invención de los presentes inventores, un objetivo era dar a conocer un reactor y un aparato, para someter a pirólisis desechos, especialmente neumáticos de caucho, que estén exentos de las desventajas de las soluciones de la técnica anterior. Un objetivo adicional era dar a conocer un reactor y un aparato que tengan un diseño relativamente sencillo y una alta eficiencia. También era un objetivo dar a conocer un reactor y un aparato que mejoren la eficiencia de pirólisis mediante medios sencillos, además de garantizar un funcionamiento sin contratiempos sin medidas adicionales. También era un objetivo de la presente invención garantizar que el movimiento de los sólidos que permanecen después de la pirólisis en el reactor y el aparato, según la presente invención, se lleve a cabo de la manera más sencilla posible, mediante un número relativamente pequeño de medios mecánicos.

55 Por tanto, según un primer aspecto, la presente invención es un reactor, tal como se define en la reivindicación 1.

Según un segundo aspecto, definido en la reivindicación 6, la presente invención es un aparato, para someter a pirólisis desechos, en particular, neumáticos de caucho, comprendiendo dicho aparato un reactor, medios para impulsar a través del reactor un flujo de un medio de calentamiento, para transferir calor necesario para la pirólisis, y medios para descargar los residuos sólidos de la pirólisis. El aparato está caracterizado por comprender un reactor de la presente invención.

60 En las reivindicaciones dependientes respectivas se definen realizaciones preferentes de los aspectos primero y segundo de la presente invención.

65

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los dos aspectos de la presente invención se describirán, a continuación, en el presente documento a modo de realizaciones a modo de ejemplo preferentes con referencia a los dibujos, en los que:

- 5 la figura 1 es una vista estructural esquemática de un aparato, según la presente invención,
- la figura 2 es una sección transversal de un precalentador utilizado como un ejemplo para el aparato en la figura 1,
- 10 la figura 3 es una sección transversal de un reactor de pirólisis del aparato en la figura 1,
- la figura 4 es una sección transversal de una unidad de tratamiento de residuos del aparato en la figura 1,
- la figura 5 es una vista en sección esquemática de la parte inferior de la unidad de tratamiento de residuos en la figura 4,
- 15 la figura 6 es una vista en sección esquemática de la unidad de transporte de refrigerante de negro de carbono, según la figura 1,
- 20 la figura 7 es una vista esquemática de parte de un aparato adicional, según la presente invención, y
- la figura 8 es una vista parcialmente en sección transversal de un componente de ajuste entre el precalentador y el reactor en el aparato mostrado en la figura 7.

25 MODOS PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

El aparato y reactor según la presente invención sirven principalmente para el reciclaje de neumáticos de caucho triturados. Sin embargo, con pequeñas modificaciones, el aparato también se puede aplicar para la pirólisis de neumáticos de caucho sin triturar. También es posible utilizar la presente invención para someter a pirólisis otros desechos, por ejemplo, para reciclar otros tipos de caucho o desechos orgánicos o inorgánicos. La presente invención se describirá, a continuación, en relación con la pirólisis de trozos de neumáticos de caucho.

Los desechos que se van a someter a pirólisis se alimentan al interior del aparato, mostrado en la figura 1, por medio de un aparato de transporte 1, conocido en sí mismo. Los desechos que se van a someter a pirólisis alcanzan el precalentador 4, diseñado para mejorar la eficacia de la pirólisis de desechos, a través de un embudo de alimentación 2, mediante un armazón de cierre 3, por ejemplo, una válvula esférica o válvula de mariposa. Los desechos precalentados alcanzan el reactor 6, que sirve como lugar de procesos de pirólisis, mediante el accionamiento de un elemento de cierre preferentemente cónico 5, y, desde el reactor 6, se llevan los residuos sólidos de pirólisis a una unidad de tratamiento de residuos 8, mediante el accionamiento de un elemento de cierre cónico 7. En la parte inferior de la unidad de manipulación de residuos 8, un medio de desviación de refrigeración 9 guía los residuos sólidos a los cilindros de trituración refrigerados 10. Después de completarse las transformaciones químicas requeridas que tienen lugar en los fragmentos de caucho, mediante trituración de los residuos de pirólisis, que comprenden el cordón de alambre de acero, carbono elemental y otros hidrocarburos, se llevan los fragmentos de cordón de alambre de acero y el carbono a un estado listo para su tamizado. La trituración se lleva a cabo en un espacio cerrado que está conectado a un sistema de vacío. La trituración garantiza que el negro de carbono en los residuos de pirólisis tenga una estructura de grano fino, como resultado de lo cual, utilizando carros de transporte 11 equipados con una parte inferior de tamiz de desechos, se pueden separar los desechos en negro de carbono y alambres de acero. Por medio de los carros de transporte 11, se alimentan los alambres de acero a un recipiente 12. La agitación de los carros de transporte 11 se realiza mediante un aparato de agitación 22 conocido en sí mismo.

50 El elemento de cierre 5 del precalentador 4 y el elemento de cierre 7 del reactor 6 se hacen funcionar mediante cilindros de trabajo 13 soportados, preferentemente, mediante una fuente de alimentación hidráulica o neumática 14.

El negro de carbono que cae a través de la parte de tamiz de los carros de transporte 11 se alimenta a un recipiente de negro de carbono 28 mediante un armazón de cierre 27, por medio de unos medios de transporte 25, lo cual proporciona refrigeración. La refrigeración del negro de carbono se puede implementar, por ejemplo, haciendo pasar aire de refrigeración inyectado mediante un ventilador 23 en una camisa 24 de los medios de transporte 25. El aire de refrigeración que se calienta y, a continuación, sale de la camisa 24 se guía mediante un armazón de regulación de tres vías 26 al interior de una cámara de calentamiento de un intercambiador de calor 20, por ejemplo, una caldera de combustible, gas natural, gas LPG o gas de pirólisis, y la chimenea K, respectivamente.

Un cabezal de quemador 21 del intercambiador de calor 20 calienta el medio de calentamiento introducido en el reactor 6. Como un medio de precalentador, el gas de combustión que sale del intercambiador de calor 20 se guía a través de un armazón de regulador de tres vías 15 hasta el precalentador 4 y el exceso de gas de combustión se suministra a la chimenea K. El gas de pirólisis (mezcla de gas de pirólisis/medio de calentamiento) que sale del reactor 6 a través del puerto de salida 64 se guía a una cámara de separador de polvo de tipo por colisión 16, y, a

continuación, hasta un limpiador de gas 17, por ejemplo, hasta un ciclón de polvo, en el que se limpia el gas de pirólisis.

5 El gas de pirólisis/medio de calentamiento limpio se devuelve al intercambiador de calor 20 mediante un ventilador resistente al calor 19 mediante un armazón de regulador de tres vías (válvula de distribuidor) 18, y una parte de este medio se condensa mediante un condensador 29. El ventilador de circulación 19 sólo se requiere para introducir la energía necesaria para las pérdidas de circulación del sistema de transferencia de calor, y garantiza el flujo del gas de pirólisis de transferencia de calor.

10 El condensador 29 puede tener, por ejemplo, un diseño de haz de tubos o un diseño diferente. Para la condensación, el medio de refrigeración, por ejemplo, agua, se hace circular mediante una bomba 31 entre un intercambiador de calor 30, diseñado para volver a refrigerar el medio de refrigeración, y el condensador 29. A modo de ejemplo, una bomba de vacío de anillo de agua 33 garantiza que se proporciona el vacío a través de un armazón de regulador 32 que controla el nivel de vacío. El gas de pirólisis extraído mediante la bomba de vacío 33 se guía hasta una antorcha F, pero, en el caso dado, también se puede utilizar para calentar el intercambiador de calor 20.

15 El condensado de pirólisis que sale del condensador 29 se alimenta al interior de los tanques 35 a través de los armazones de cierre 34, y desde dichos tanques 35, se puede drenar el condensado a través de los armazones de cierre 36. Los tanques o recipientes de recogida 35 permiten una recogida y almacenamiento separados del condensado de vapores de hidrocarburos generados a diversas temperaturas.

20 Según la presente invención, el sistema completo de trituración, separación y refrigeración se mantiene a un bajo vacío (de 10 a 30 mbar), lo cual sirve para la extracción y condensación de los gases desprendidos a partir del negro de carbono. La aplicación de vacío también resulta beneficiosa, dado que ningún gas de pirólisis escapa al medio ambiente a través de posibles puntos de fuga.

El medio de calentamiento se rellena, según sea necesario, a través de una tubería de entrada 37.

30 Las ventajas termotecnológicas del aparato, según la presente invención, son las siguientes:

- Aparte del periodo inicial en el que tiene lugar el calentamiento de un gas neutro (por ejemplo, nitrógeno), la cantidad de calor necesaria para el proceso de pirólisis se proporciona introduciendo calor en el gas de pirólisis a través de la pared. Por tanto, aparte del corto periodo inicial, no hay ningún calentamiento innecesario de gas inerte, lo cual tiene como resultado un ahorro de energía.

35 - Se proporciona transferencia de calor a través de la pared (intercambiador de calor 20) al gas de pirólisis limpio en una cantidad controlada por el armazón de regulador 18 y, por tanto, se puede ajustar su temperatura de salida incluso con una precisión de 1 - 3 °C.

40 - El gas que se va a quemar en el intercambiador de calor 20 puede proceder del propio proceso de pirólisis y, por tanto, en el caso dado, sólo se tiene que utilizar una fuente externa de energía en la fase de inicio.

45 - El contenido de energía del gas de combustión que sale del intercambiador de calor 20 se utiliza para el precalentamiento de trozos de caucho listos para someterse a pirólisis y ubicados en el precalentador independiente 4. De nuevo, la transferencia de calor se realiza mediante contacto directo, lo cual garantiza un control de temperatura bien regulado y uniforme. El precalentamiento también garantiza que se elimina la humedad de superficie. La temperatura de precalentamiento es inferior a la temperatura inicial de inicio de la pirólisis.

50 - La cantidad de calor que surge de la refrigeración del negro de carbono sirve para precalentar el aire de combustión, lo cual mejora la rentabilidad de toda la tecnología.

A modo de ejemplo, la figura 2 muestra una vista en sección esquemática del precalentador 4 del aparato según la figura 1. El precalentador 4, que sirve para reducir los costes de energía, comprende un puerto de alimentación 41, a través del cual se introducen los desechos que se van a someter a pirólisis, en el circuito de procesamiento. El elemento de cierre 5 del precalentador está diseñado para cerrar un puerto de descarga 42; a través de este puerto, se alimentan los desechos precalentados al reactor 6. Se realiza un precalentamiento mediante un medio de precalentamiento, preferentemente gas de combustión, según los comentarios anteriores, y se impulsa el gas de combustión a través del precalentador 4 mediante un puerto de entrada 43 y un puerto de salida 44. Preferentemente se proporciona una temperatura de hasta 150 - 180 °C en el precalentador, de modo que aún no se inicia la pirólisis en el mismo. Según la presente invención, se pueden intercambiar las funciones del puerto de entrada 43 y el puerto de salida 44.

55 En la parte inferior del precalentador 4, están dispuestos unos medios de desviación 45, realizados de un material de placa, para permitir un deslizamiento por gravedad de los desechos precalentados hacia el puerto de descarga 42. Los medios de desviación 45 tienen aberturas 46 que permiten el flujo del medio de precalentamiento. La figura muestra que el puerto de entrada 43 es contiguo a la parte por debajo de los medios de desviación 45, y el puerto de

salida 44 está en conexión con la parte por encima de los medios de desviación 45. La comunicación de flujo entre los dos puertos se proporciona por las aberturas 46. Los desechos recogidos por gravedad en la parte inferior del precalentador 4 se calientan de manera uniforme por medio de las aberturas 46. Mediante este diseño, se puede lograr que, para reenviar los desechos precalentados hasta el reactor 6, sólo se deben accionar los elementos de cierre 5, porque el reenvío se realiza mediante deslizamiento por gravedad.

El medio de desviación 45 tiene, preferentemente, una forma de cono truncado o pirámide truncada invertidos con las aberturas realizadas mediante perforación. La pendiente del medio de desviación 45 es, preferentemente, de 45 – 80 °, y el ángulo cónico del elemento de cierre de forma cónica 5 es, preferentemente, de 15 – 35 °. También se pueden seleccionar otras pendientes, pero estos elementos se tienen que diseñar de una manera que los residuos sólidos (residuo de caucho carbonizado) se deslicen de manera rápida y fácil fuera de la unidad por gravedad.

Uno de los cilindros de trabajo 13 hace funcionar el elemento de cierre 5 mediante un elemento de accionamiento vertical 47, que es, preferentemente, una tubería de accionamiento de acero resistente al calor, en la que está dispuesta una barra de accionamiento de acero resistente al calor para hacer funcionar el elemento de cierre 7 del reactor 6.

La figura 3 muestra una vista en sección esquemática del reactor de pirólisis 6 utilizado, a modo de ejemplo, en el aparato mostrado en la figura 3. Las posiciones abiertas de los elementos de cierre 5 y 7 se muestran con una línea discontinua en la figura. Desde el reactor 6, los residuos sólidos salen a través de un puerto de descarga 62. El medio de calentamiento, para transferir el calor necesario para la pirólisis, se acciona a través de un espacio de pirólisis 68 del reactor 6, de una manera similar a la mostrada en la figura 2. Un puerto de entrada 63 y un puerto de salida 64 están conectados al reactor 6 de una manera en la que uno está en conexión con el espacio de pirólisis 68 y el otro con un espacio inferior separado por uno medio de desviación 65 por debajo del espacio de pirólisis. De nuevo, es posible en este caso intercambiar las funciones del puerto de entrada 63 y el puerto de salida 64, pero en los presentes experimentos, se ha descubierto que era preferente hacer que el puerto de entrada 63 fuera contiguo al espacio inferior.

De nuevo, el medio de desviación 65 se realiza de una placa que permite el deslizamiento por gravedad de residuos sólidos hacia el puerto de descarga 62. El medio de desviación 65 tiene aberturas 66 que permiten que pase a través del medio de calentamiento. De nuevo, el medio de desviación 65 es un cono truncado invertido o una pirámide truncada invertida, en el que las aberturas 66 se realizan mediante perforación. Las aberturas 46, 66 en ambos medios de desviación 45 y 65 tienen, preferentemente, de 3 a 10 mm de diámetro, son más pequeñas que el tamaño de fragmentos de caucho triturados. La pendiente de los medios de desviación 65 también está, preferentemente, entre 45 y 80 °, y el ángulo cónico del elemento de cierre de forma cónica 7 es, preferentemente, de 15 a 30°.

Según la presente invención, los medios de desviación 45 no sólo pueden estar conformados en forma de una pirámide o cono invertido, sino que también pueden ser, por ejemplo, placas inclinadas planas que presentan una pendiente en una dirección. Además, se puede concebir cualquier solución que permita un reenvío por gravedad del material y esté dotada de aberturas que permitan el paso del medio y proporcionen una transferencia de calor uniforme.

El funcionamiento del elemento de cierre 7 se proporciona según la descripción anterior mediante el elemento de accionamiento 67, preferentemente, una barra de accionamiento.

Según la presente invención, el caucho que se va a someter a pirólisis u otros desechos triturados listos para la pirólisis están prácticamente en un estado inactivo durante la pirólisis en el reactor 6 (las posiciones interrelacionadas de los trozos de caucho sólo cambian como resultado de la gravedad), es decir, no hay necesidad de agitación mecánica. El medio de calentamiento, que puede ser, por ejemplo, nitrógeno, aire, cualquier gas inerte adecuado o, tras la aparición de gas de pirólisis, el propio gas de pirólisis, pasa lentamente (de 0,1 a 0,5 m/s) a través de los huecos de los desechos de caucho y transfiere el calor a los mismos mediante contacto directo. Mediante esto, y también por medio de las aberturas 66 en el medio de desviación 65, se puede proporcionar la pirólisis con distribución térmica uniforme y simultánea de una carga entre 300 y 800 °C. El calentamiento uniforme garantiza que las reacciones químicas tienen lugar de manera similar simultáneamente en cada fragmento de los desechos, es decir, se genera en todas partes un gas de pirólisis con una composición química casi idéntica.

Por consiguiente, no se requiere ninguna mezcla de aire en el reactor según la presente invención y la temperatura relativamente baja permite la utilización de materiales estructurales de coste inferior. Una ventaja adicional del reactor según la presente invención es que la entrada de calor requerida para la reacción endotérmica tiene lugar en el intercambiador de calor 20 fuera del reactor 6 y, por tanto, la entrada de calor se puede regular mucho mejor que en el caso en el que el reactor se calienta directamente.

Por tanto, según la presente invención, la temperatura de desechos de caucho es muy uniforme y se puede cambiar de manera muy uniforme en el tiempo, respectivamente. La temperatura de cada fragmento y la de las capas que

consisten en los fragmentos se puede ajustar incluso con una precisión de 1 a 5 °C.

Una ventaja adicional es que, mediante una regulación constante de una diferencia de temperatura entre la temperatura de capa y el gas de calentamiento, también se puede regular bien la temperatura que cambia con el tiempo en los fragmentos de caucho, lo cual garantiza que, al final del proceso de pirólisis, se obtenga un producto con una composición química requerida. Incluso se puede reducir la temperatura de pirólisis, lo cual ofrece no sólo ventajas de tecnología térmica, sino también un beneficio desde el punto de vista de la tecnología, concretamente se generan más compuestos alifáticos y menos aromáticos. Debido a la regulación de temperatura uniforme y precisa, el proceso tecnológico se puede regular de una manera en la que se genera un volumen superior de producto más valioso, en estado líquido, con menos gas y negro de carbono.

La figura 4 muestra una vista en sección esquemática de la unidad de tratamiento de residuos 8 según la figura 1. Los residuos sólidos de la pirólisis se reenvían hasta un espacio de recogida 81 y salen de la unidad de tratamiento de residuos 8 a través de un puerto de descarga 82. En la parte inferior de la unidad de tratamiento de residuos 8 está el elemento de desviación de refrigeración 9, que también está diseñado para la alimentación por gravedad, pero sin aberturas. El medio de desviación de refrigeración 9 se realiza, preferentemente, de una placa y, en su lado inferior, hay aletas de refrigeración 84 u otros elementos de refrigeración que mejoran la eficacia de la refrigeración. Esto permite comenzar la refrigeración del residuo de pirólisis a alta temperatura. El medio de refrigeración puede ser aire o líquido. La figura también muestra un soporte de tubería 83 que sirve para estar contiguo a un sistema de vacío. Los cilindros de trituración 10 están dispuestos en la parte inferior de la unidad de tratamiento de residuos 8.

Tal como se muestra en la figura 5, el aparato de agitación 22 agita los carros de transporte 11 por medio de una barra de agitación 88 mediante una abertura de agitación 85 y, como resultado de la agitación, el negro de carbono cae a través del tamiz ubicado en la parte inferior del carro de transporte 11. El residuo sólido, preferentemente los alambres de acero de los fragmentos de restos de neumáticos de caucho, se recoge después de capturarse en los carros de transporte 11 y, a continuación, se puede reenviar al recipiente 12 por medio de los carros de transporte 11. Preferentemente, el reenvío se puede llevar a cabo a través de una abertura de puerta 86 que se puede cerrar mediante una puerta 87.

La figura 6 muestra una vista en sección que también representa la función de refrigeración de los medios de transporte 25. El negro de carbono que cae a través de los tamices de los carros de transporte 11 se alimenta a los medios de transporte 25, preferentemente un tornillo sin fin, mediante un puerto de alimentación 25a. El negro de carbono portado hacia arriba por el tornillo sin fin se refrigera como resultado de una refrigeración proporcionada en la camisa 24 y el negro de carbono refrigerado se suministra al recipiente de negro de carbono 28 a través de un puerto de descarga 25b. La refrigeración se lleva a cabo mediante un medio de refrigeración, preferentemente aire, impulsado, preferentemente, a contracorriente con respecto al negro de carbono que se va a refrigerar a través de la camisa 24 por medio de un puerto de entrada 25d y un puerto de salida 25c. De nuevo, en este caso se pueden intercambiar las funciones de los dos puertos.

El sistema de tornillo sin fin de refrigeración se hace funcionar, preferentemente, por un motor de velocidad variable. Esta velocidad variable garantiza el ajuste del periodo durante el cual el polvo de carbono permanece en la unidad de modo que se refrigera el polvo.

En el aparato según la presente invención, la refrigeración previa, la pirólisis y la refrigeración del negro de carbono/tratamiento de los residuos se llevan a cabo en cargas, es decir, se hace funcionar el aparato en un modo de funcionamiento casi continuo. Es aconsejable controlar los procesos de una manera que el requisito de tiempo del precalentamiento, pirólisis y refrigeración de negro de carbono sean casi iguales. La continuidad se representa mediante una secuencia sin perturbaciones de estas etapas tecnológicas en el tiempo. Por tanto, los procesos de tecnología térmica y de tecnología química que tienen lugar en las cargas se mantienen correctamente bajo control y se controlan manualmente o por medio de electrónica adecuada.

La realización alternativa mostrada en la figura 7 es diferente del aparato mostrado en la figura 1 en el sentido que el precalentador 4 no tiene un elemento de cierre cónico, sino un elemento de cierre denominado armazón de cierre 5a, preferentemente una válvula esférica o válvula de mariposa. En este caso, no es necesario aplicar un conjunto de tubo de accionamiento/barra de accionamiento para hacer funcionar los elementos de cierre, y basta con una barra de accionamiento más corta, lo cual hace que el diseño sea algo más sencillo. En la figura 8, se muestra parcialmente en sección transversal un dibujo estructural más detallado de este diseño. La figura muestra la transferencia sellada de la barra de accionamiento 67 y, además, también una placa de desviación dispuesta por debajo del puerto de alimentación 61 del reactor 6, placa de desviación que garantiza, incluso en el caso de que el puerto de alimentación 61 esté ubicado transversalmente, la dispersión uniforme de los desechos que se van a someter a pirólisis.

La presente invención no se limita a las realizaciones preferentes mostradas como un ejemplo en las figuras, sino que también son posibles otras alternativas y modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones. El precalentador, reactor y unidad de tratamiento de residuos mostrados en las figuras tienen un diseño cilíndrico, pero también son posibles otras formas. En el medio de desviación, según la presente invención, las aberturas también

se pueden diseñar de diferentes maneras, por ejemplo con diferentes formas y disposiciones de ranuras. Según la descripción anterior, los medios de desviación 45 en la parte inferior del precalentador pueden no sólo tener un diseño cónico o de pirámide, sino que también se puede aplicar cualquier otra solución que permita la alimentación por gravedad de los materiales.

5

REIVINDICACIONES

- 5 1. Reactor (6), para someter a pirólisis desechos, en particular, neumáticos de caucho, comprendiendo dicho reactor (6)
- un espacio de pirólisis (68),
 - un puerto de entrada (63) y un puerto de salida (64) que permiten un flujo a través del espacio de pirólisis (68) de un medio de calentamiento, para transferir el calor requerido para la pirólisis,
 - 10 - un puerto de descarga inferior (62), para descargar residuos sólidos de la pirólisis, y
 - un medio de desviación (65) realizado de un material de placa y que permite un deslizamiento por gravedad de los residuos sólidos hacia el puerto de descarga (62), medio de desviación (65) que tiene aberturas (66) que permiten el flujo del medio de calentamiento y está dispuesto para dividir el espacio interno del reactor (6) para formar un espacio de pirólisis superior (68) por encima del medio de desviación (65) y un espacio inferior por debajo del medio de desviación (65), en el que uno de los puertos de entrada y de salida (63, 64) está en conexión con el espacio de pirólisis (68) y el otro con el espacio inferior,
- 20 **caracterizado por que**
- el medio de desviación (65) tiene una forma de cono truncado invertido o de pirámide truncada invertida y el reactor comprende
- 25 - un elemento de cierre de forma cónica (7) que se ajusta en el puerto de descarga (62), y
 - un elemento de accionamiento vertical accionado (67), que está conectado desde la parte superior al elemento de cierre (7).
- 30 2. Reactor, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento de accionamiento vertical accionado (67) es una barra de accionamiento o un tubo de accionamiento.
3. Reactor, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado por que** la pendiente del medio de desviación (65) se encuentra entre 45 y 80 °, y el ángulo cónico del elemento de cierre de forma cónica (7) es de 15 a 30 °.
- 35 4. Reactor, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el puerto de entrada (63) está conectado al espacio inferior, y **por que** las aberturas (66) en el medio de desviación (65) se realizan mediante perforación o están diseñadas con diferentes formas o como disposiciones de ranuras.
- 40 5. Reactor, según la reivindicación 4, **caracterizado por que** las aberturas (66) en el medio de desviación (65) tienen de 3 a 10 mm de diámetro.
- 45 6. Aparato, para someter a pirólisis desechos, en particular, neumáticos de caucho, comprendiendo dicho aparato un reactor, medios para impulsar a través del reactor un flujo de un medio de calentamiento, para transferir el calor necesario para la pirólisis, y medios para descargar los residuos sólidos de la pirólisis, **caracterizado por** comprender un reactor (6), según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
- 50 7. Aparato, según la reivindicación 6, **caracterizado por** comprender un precalentador (4) dispuesto por encima del reactor (6), comprendiendo dicho precalentador (4) un medio de desviación (45), un elemento de cierre (5), así como un puerto de entrada (43) y un puerto de salida (44) para un medio de precalentador, en el que el medio de desviación (45), realizado de un material de placa y que permite un deslizamiento por gravedad de los desechos precalentados hacia un puerto de descarga (42), están dispuestos en la parte inferior del precalentador (5), medio de desviación (45) que tienen aberturas (46) que permiten el flujo del medio de precalentamiento entre el puerto de entrada (43) y el puerto de salida (44).
- 55 8. Aparato, según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el elemento de cierre (5) del precalentador (4) se hace funcionar mediante un tubo de accionamiento, y el elemento de cierre (7) del reactor (6) se hace funcionar mediante una barra de accionamiento ajustada en el tubo de accionamiento.
- 60 9. Aparato, según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el elemento de cierre del precalentador (4) es un armazón de cierre (5a), preferentemente una válvula esférica, una válvula de mariposa o un bloqueo de placa.
- 65 10. Aparato, según la reivindicación 6, **caracterizado por que**, por debajo del reactor (6), comprende una unidad de tratamiento de residuos (8), que comprende un espacio de recogida (81), un puerto de descarga inferior (82) y un medio de desviación de refrigeración (9) realizados de un material de placa y que permiten un deslizamiento por

gravedad de los residuos sólidos hacia el puerto de descarga (82), dicho medio de desviación de refrigeración (9) está dotado de refrigeración en su cara inferior.

- 5 11. Aparato, según la reivindicación 10, **caracterizado por que**, por debajo del puerto de descarga inferior (82) de la unidad de tratamiento de residuos (8), están dispuestos cilindros de trituración refrigerados (10), por debajo de los cuales está ubicado un espacio, que es adecuado para alojar unidades de transporte, preferentemente, carros de transporte (11) que se pueden agitar con un aparato de agitación (22) y que tienen una parte inferior de tamiz.

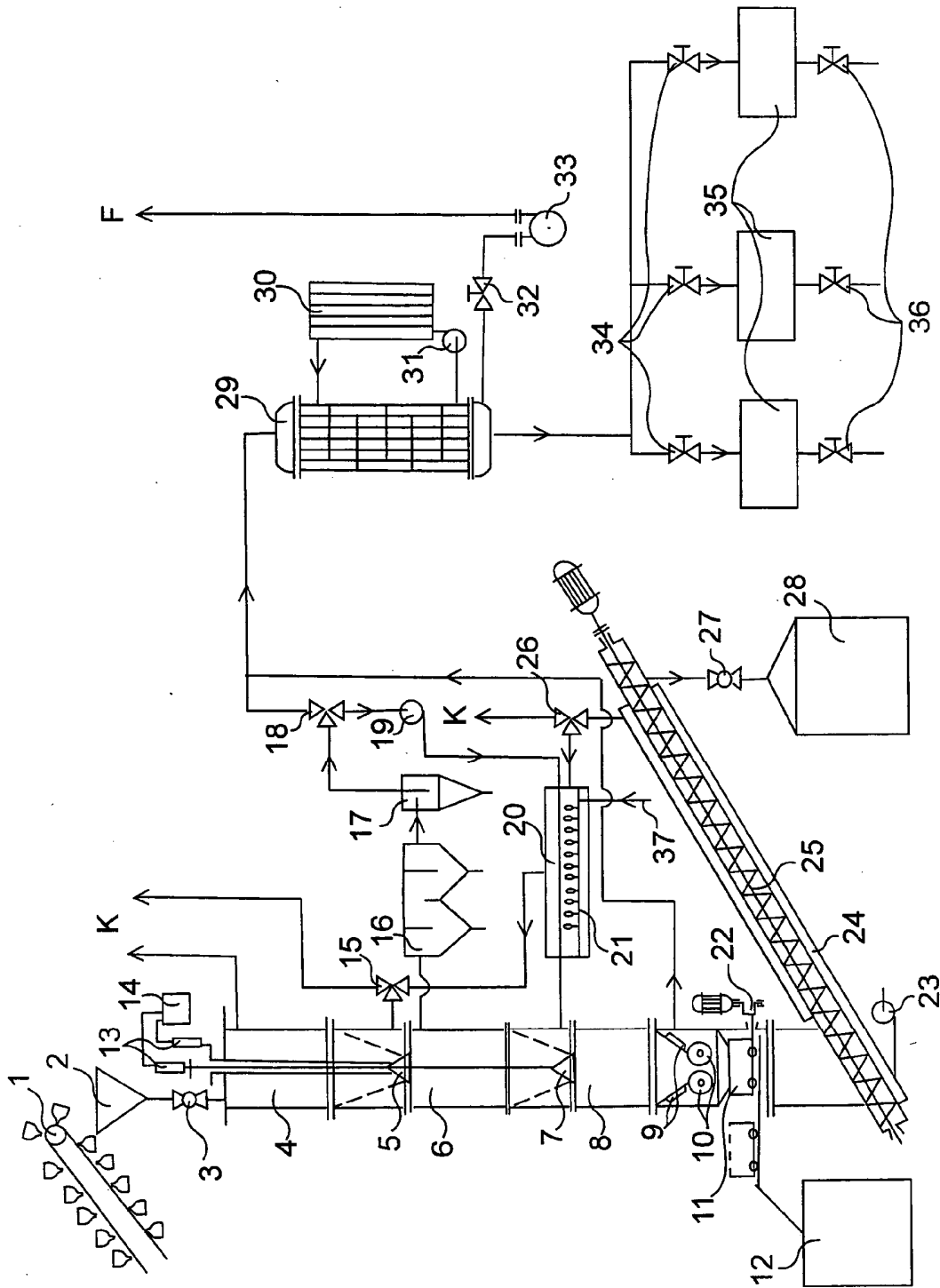


Fig. 1

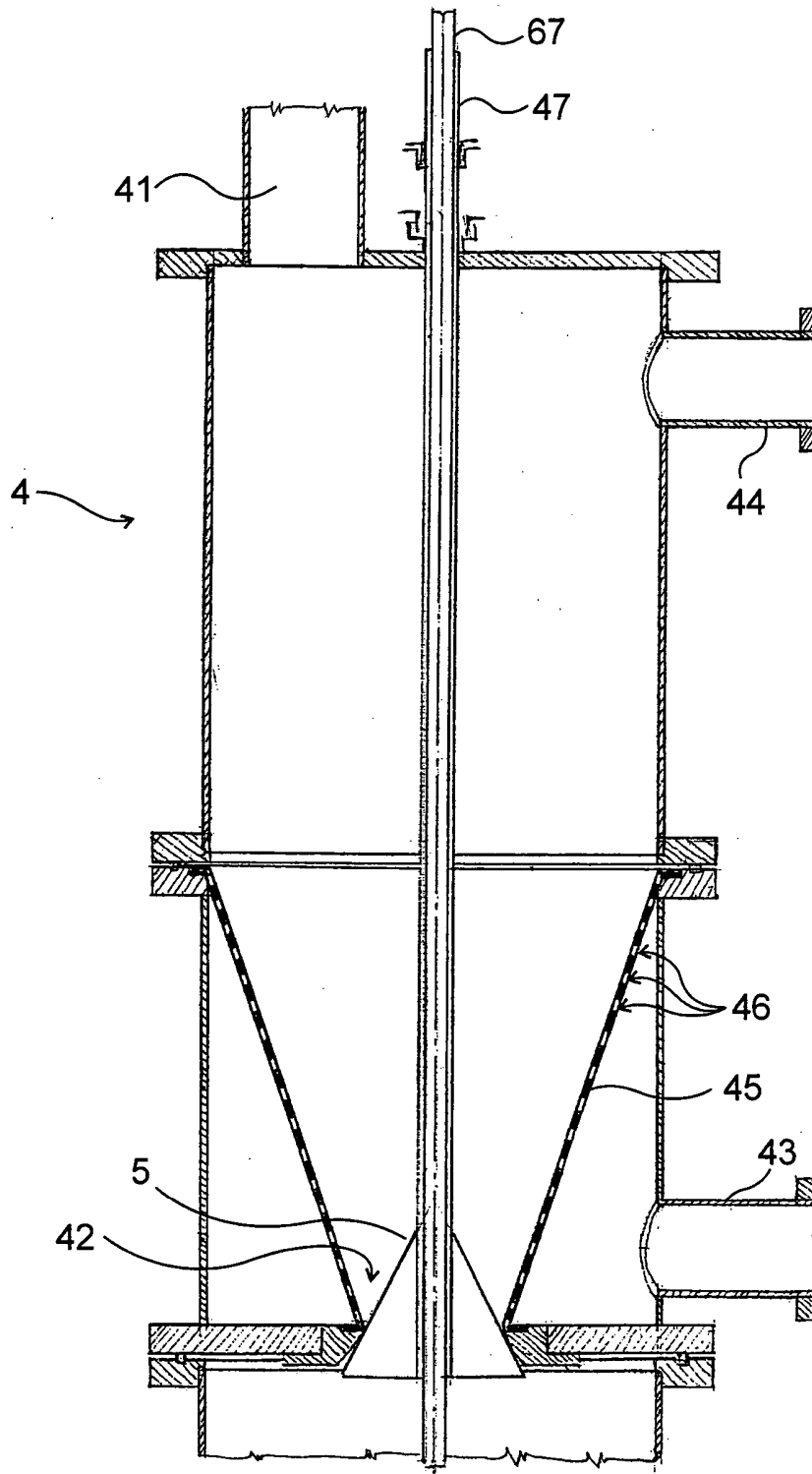


Fig. 2

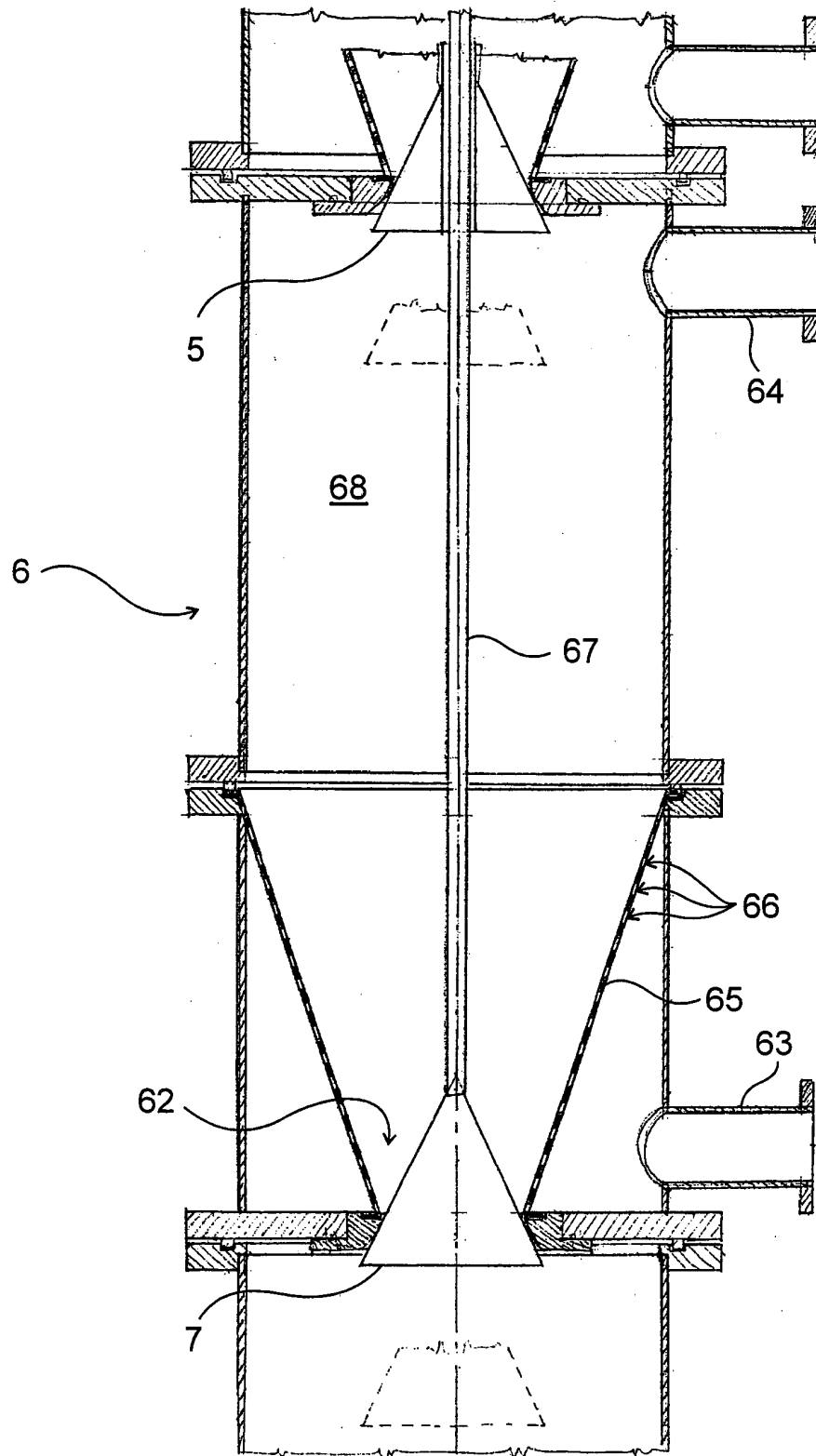


Fig. 3

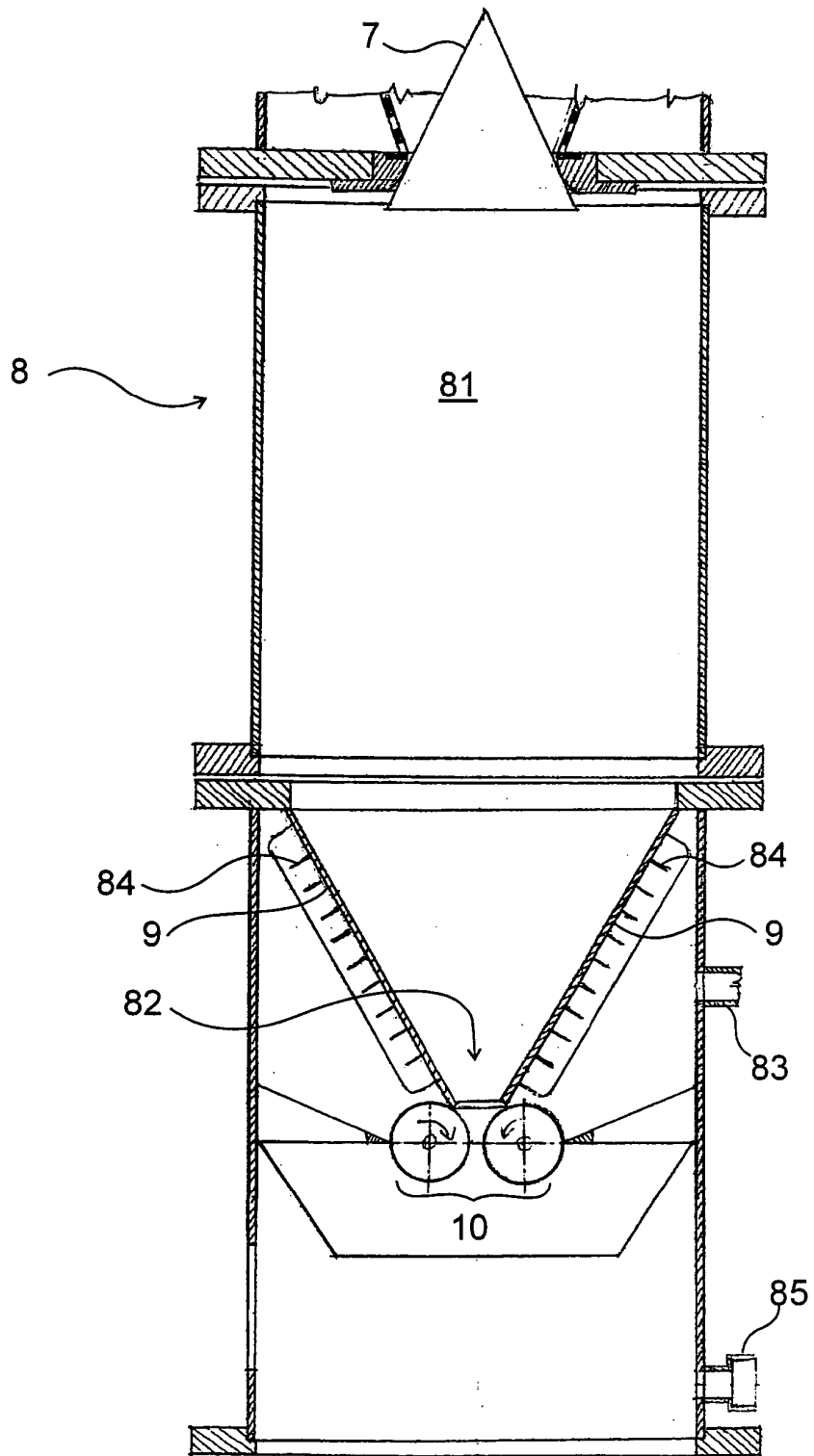


Fig. 4

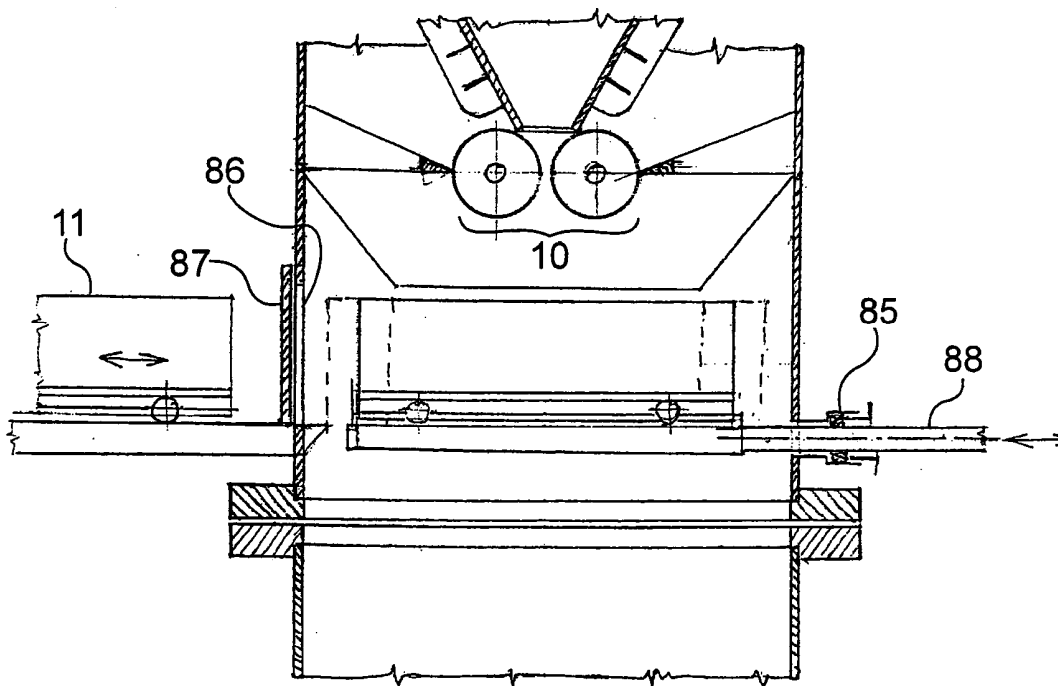


Fig. 5

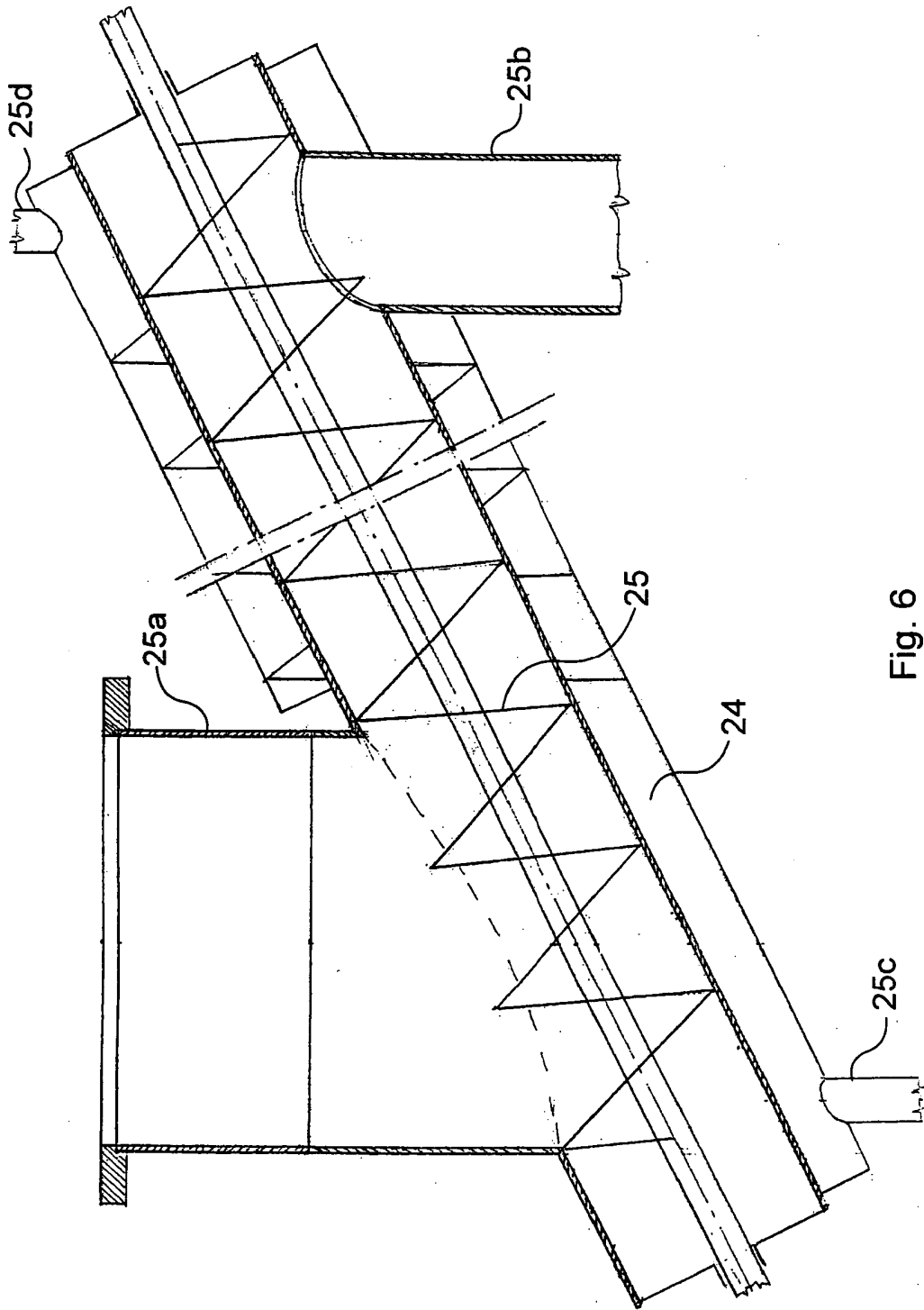


Fig. 6

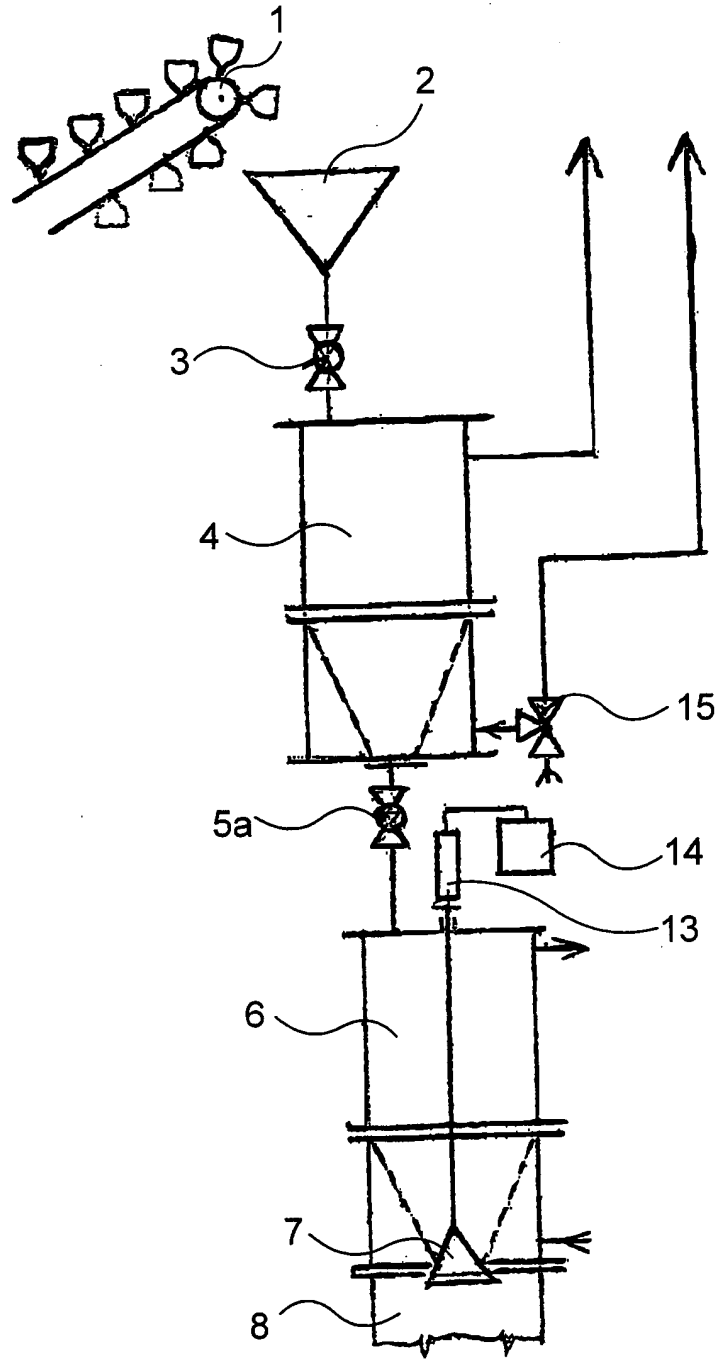


Fig. 7

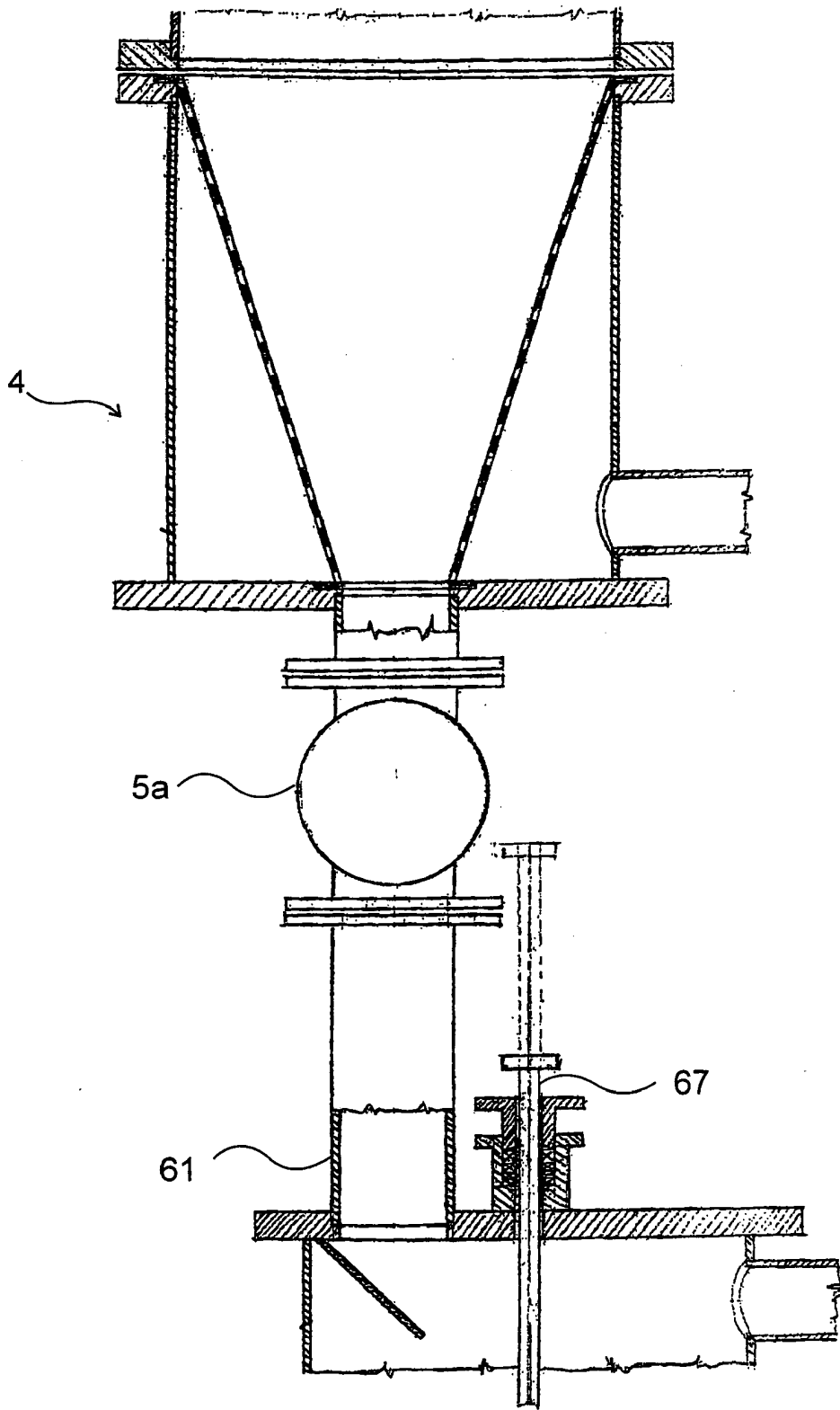


Fig. 8

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10

- US 3997407 A
- US 4846082 A
- US 5060584 A
- US 5595483 A
- US 6048374 A
- EP 0532901 A1
- EP 1462505 B1
- WO 2005047435 A2
- WO 9847984 A
- DE 3131143 A
- FR 872551 A
- US 3509027 A