

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 642**

51 Int. Cl.:

C10B 47/06 (2006.01)
F23G 5/027 (2006.01)
C10B 1/04 (2006.01)
C10B 31/02 (2006.01)
C10B 33/00 (2006.01)
C10B 49/02 (2006.01)
C10B 53/07 (2006.01)
F23G 5/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.11.2007 PCT/SE2007/050899**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.06.2008 WO08069741**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2007 E 07852171 (3)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 2102312**

54 Título: **Reactor para pirólisis y un método para cargar y vaciar tal reactor**

30 Prioridad:

05.12.2006 SE 0602617

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

19.03.2019

73 Titular/es:

SES IP AB (100.0%)
c/o Scandinavian Enviro Systems AB, Hugo
Grauers gata 3B
411 33 Göteborg, SE

72 Inventor/es:

ERSHAG, BENGT-STURE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 704 642 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 para pirólisis y un método para cargar y vaciar tal reactor

La presente invención se refiere a un reactor para pirólisis de acuerdo con la introducción a la reivindicación 1, y a un método para cargar y vaciar un reactor de acuerdo con la reivindicación 25.

5 Durante la pirólisis, o destilación seca, un material de entrada orgánico es calentado sin la presencia de oxígeno por lo que el material no se quema pero en vez de ello es convertido en unos componentes más simples en la forma de productos fluidos y gaseosos que son recuperados a través de una secuencia de etapas de proceso subsiguientes que incluyen la condensación. Dicha tecnología de pirólisis es normalmente usada para la recuperación del combustible, tal como material de goma, que está presente en, por ejemplo, neumáticos desechados o en varios tipos de material plástico. Durante la pirólisis completa, conocida como "carbonización", el residuo o resto consta enteramente de carbono.

10 El material de entrada es fragmentado durante el proceso de pirólisis en fragmentos de un tamaño adecuado, lavado, y precalentado hasta aproximadamente 100-150°C, después de lo cual el material es insertado o cargado en un reactor, conocido como una "retorta", que tiene la forma de un horno, para conversión en gas, que normalmente tiene lugar a temperaturas de aproximadamente 450-700°C. Un gas volátil, conocido como "gas de pirólisis", se obtiene a partir del proceso de pirólisis, el cual contiene gas, además de vapor de agua, monóxido de carbono, dióxido de carbono, parafinas, olefinas, y varios otros hidrocarburos de los cuales se puede recuperar petróleo y gas. El negro de humo o carbono activo puede ser producido a partir del residuo sólido que contiene carbono en el reactor después del proceso de pirólisis. Si el residuo o coque que permanece después del proceso de pirólisis es para ser utilizado como un combustible sólido, es separado tamizando unas sustancias no deseadas tales como, por ejemplo, acero o residuos de fibra de vidrio. En el caso en el que el coque vaya a ser posteriormente refinado a negro de humo o carbono activo, se deben realizar unas etapas posteriores de tratamiento por pirólisis en unos pasos que comprenden, entre otros pasos, una elevación de la temperatura hasta entre 800-900°C con el fin de eliminar cualesquiera trazas de hidrocarburos volátiles, un subsiguiente descenso de la temperatura, y posiblemente un tratamiento con vapor.

15 Los productos de pirólisis que se obtienen son muy valiosos como materias primas industriales, y normalmente tienen unas cualidades que son totalmente comparables a las de las materias primas producidas de una forma convencional.

20 Unos experimentos han mostrado que las propiedades y la calidad de dichos productos que han sido producidos por pirólisis son determinados en una gran medida tan pronto como el proceso de pirólisis, y determinados por lo bien que pueden ser controladas y monitorizadas las condiciones y parámetros operativos con respecto a, por ejemplo, temperaturas, tasas de calentamiento, tiempos de retención, y los tiempos finales de enfriamiento en el reactor durante el proceso de pirólisis.

25 Se conocen unos reactores que permiten el retorno o recirculación del gas de pirólisis que es formado mediante el reactor, con el fin de ser capaces de controlar y regular el proceso de pirólisis con más precisión. Tal reactor es conocido, por ejemplo, a partir del documento SE 513.063 y es descrito como un reactor que consta de una cámara que puede ser abierta, la cual en su estado cerrado está sellada con respecto a la atmósfera circundante. La cámara está provista de una entrada en un extremo y de una salida en un segundo extremo de modo que un gas inerte o inactivo a una temperatura libremente escogida pueda ser hecho circular a través del material que ha sido colocado en la cámara. El gas es hecho pasar axialmente a través de la cámara del reactor y moverse a lo largo de su dirección axial desde el fondo hacia arriba. La carga y el vaciado del reactor tiene lugar en lotes con la ayuda de contenedores que pueden ser intercambiados y que están provistos de agujeros o perforaciones, cuyos contenedores son elevados y descendidos en el reactor, de modo que el gas es hecho pasar a través de dichos contenedores. La salida está colocada en conexión con un condensador para la condensación del gas de pirólisis que se ha formado a productos en fase fluida, y la salida tiene un circuito para la recirculación de una fracción del gas de pirólisis a la entrada. En la salida están dispuestos no sólo un medio de detección de la temperatura para la medida de la temperatura del gas de pirólisis que sale y de este modo para la regulación de la temperatura del gas que es llevado al reactor a través de la entrada de modo que la temperatura que ha sido determinada por adelantado es mantenida en el reactor, pero también una disposición que comprende un medio de detección, con la ayuda del cual los diversos componentes del gas de pirólisis y sus cantidades relativas pueden ser medidas y analizadas, por lo que el proceso es mantenido y es permitido avanzar en tanto que el material en el reactor continúe emitiendo gas de pirólisis. Dichos dos medios de medición se usan de una manera basada en la retroalimentación para la regulación de las condiciones operativas del reactor y de sus parámetros operativos.

30 Los documentos DE 15 08 482, US 5.389.117, US 3.787.192, DE 27 44 166 y GB 683.647 describen unos reactores apropiados para pirólisis que tienen varias unidades de entrada con los correspondientes tubos de entrada y que comprenden varias unidades de salida y tiene la capacidad de introducir gas calentado en la cámara.

35 El documento DE 103 48 987 especifica un proceso y un aparato para la pirólisis de materia prima de carbono usando un proceso por lotes.

Aunque los reactores conocidos antes descritos han demostrado que funcionan bien, tiene la desventaja de que las condiciones operativas dentro del reactor propiamente dicho no pueden ser controladas de una manera satisfactoria. Para ser más precisos, los reactores conocidos no tienen la posibilidad de ser capaces de controlar y regular de una manera eficiente y dentro de la cámara del reactor actual la dirección de movimiento del gas, su velocidad, su tasa de flujo y su temperatura durante el proceso de pirólisis. El uso de contenedores provistos de agujeros o perforados que están colocados en el reactor para su carga y vaciado también influye de una forma negativa sobre las posibilidades de controlar y monitorizar los parámetros del proceso dentro de la cámara del reactor.

Por lo tanto, durante un largo tiempo ha existido un deseo de conseguir un reactor con unas posibilidades mejoradas de controlar y monitorizar las condiciones y parámetros operativos en la cámara del reactor durante el proceso de pirólisis, y un primer objetivo de la presente invención es conseguir de este modo un reactor que haga esto posible. Un segundo objetivo de la invención es conseguir un reactor que permita el flujo mejorado del gas con calor a través del reactor, incluso en casos en los que el material de entrada tenga un tamaño de fragmentos que sea relativamente bajo.

Los reactores conocidos pueden usualmente ser abiertos en el fondo a través de una compuerta dispuesta en la sección inferior de la pared extrema de la vasija del reactor para el vaciado del residuo carbonoso que permanece en el fondo de la cámara del reactor después de que la pirólisis haya sido realizada. En ciertos casos no está presente una compuerta definida, y el reactor en lugar de ello puede estar dividido en la conexión entre la cubierta exterior y la sección inferior de la pared extrema, por lo que es posible acceder al residuo para esta retirada o vaciado del reactor dividido. Alternativamente, el vaciado puede tener lugar en la manera antes descrita, o sea con la ayuda de contenedores perforados o contenedores provistos de agujeros que están situados en y retirados de la cámara del reactor de una manera por lotes a través de la compuerta que está dispuesta en la sección superior de la pared extrema de la vasija del reactor.

Se debería comprender que el requerimiento de que es posible vaciar la vasija del reactor a través de su sección inferior de la pared extrema o en su fondo se opone a las posibilidades de ser capaz de diseñar de una manera libre la cámara que es un componente del reactor, de modo que las posibilidades de control y monitorización del estado operativo sean optimizadas. La posibilidad de diseño de la cámara del reactor con un fondo fijo que no puede ser abierto contribuye a la capacidad de optimizar las condiciones operativas sin la necesidad de considerar la necesidad de que tiene que ser posible vaciar el reactor de una manera convencional, a través por ejemplo de una compuerta en el fondo de la cámara. Un tercer objetivo de la invención, por lo tanto, es proporcionar un método que facilite la carga y el vaciado de un reactor del presente tipo, con un fondo fijo que no pueda ser abierto, y cuyo método tenga su área de aplicación especial para el tratamiento de pirólisis de material de entrada con un relativamente pequeño tamaño de los fragmentos.

Otras características y ventajas adicionales de la invención se aclaran en las reivindicaciones dependientes.

La invención se describirá más adelante con más detalle con referencia a los dibujos anejos, en los cuales la Figura 1 muestra una sección longitudinal a través de un reactor de acuerdo con la invención, la Figura 2 muestra una vista en perspectiva en detalle de un compartimento de recepción de petróleo situado en el fondo del reactor, la Figura 3 muestra una parte inferior del reactor y muestra esquemáticamente un diagrama de bloques para monitorizar y controlar la entrada y la salida del reactor, la Figura 4 muestra una sección transversal a través del reactor realizada a lo largo de la línea IV-IV en la Figura 1, la Figura 5 muestra una vista detallada de un tubo de entrada para el suministro de gas a la cámara del reactor en un diseño alternativo, y la Figura 6 muestra esquemáticamente una disposición que es parte de una planta para la carga y vaciado de un reactor de acuerdo con la invención.

El reactor generalmente indicado por el número de referencia 1 en la Figura 1 comprende una vasija 2 fabricada a partir de acero inoxidable o de un material similar resistente a altas temperaturas, con una cámara 3 en la que se pretende que el material de entrada 4 para tratamiento de pirólisis sea recibido. La cámara 3 está limitada por una superficie exterior 5 formada por una pared simétrica circundante que está situada concéntricamente con un eje central 6 que se extiende verticalmente a través del reactor, una sección superior 7 de la pared extrema y una sección inferior 8 de la pared extrema, siendo cada una de ellas esencialmente perpendicular al eje central y paralelas una con otra. Además, una entrada generalmente indicada por 9 y una salida generalmente indicada por 10 están dispuestas de modo que un gas inerte pueda ser dirigido a través del material de entrada 4 que ha sido colocado en la cámara 3. Dicho material de entrada 4 podría estar constituido, por ejemplo, por cualquier material de entrada finamente dividido conocido por cualquier experto en las técnicas, en donde el material sea apropiado para pirólisis: un material de goma fragmentada, por ejemplo, a partir de neumáticos desechados o un material plástico. Como se ve más claramente en las Figuras 1 y 3, el reactor 1 demuestra la forma de un cilindro circular colocado verticalmente extendido, cuya altura es mayor que su diámetro. La vasija 2 del reactor 1 está soportada por varios soportes 11 de tipo pata.

La sección superior 7 de la pared extrema está diseñada con una antecámara circularmente simétrica 12 cuyo diámetro es ligeramente menor, estando la antecámara situada concéntricamente con el eje central 6 y en conexión con la cámara 3 del reactor 1. No es tarea de dicha antecámara 12 recibir cualquier material de entrada 4. Es solamente para permitir o facilitar el acceso a la cámara 3 a través de una abertura, generalmente indicada por el número de referencia 13, dispuesta en la sección superior 7 de la pared extrema de una manera que permita ser

5 sellada. La abertura 13 comprende una compuerta 14 que puede ser abierta automáticamente, y que está unida en un extremo de la sección de la pared extrema por unas bisagras 15 de una manera que la permita pivotar y que está provista en su segundo extremo con un medio de bloqueo 16 con el que la compuerta puede ser bloqueada en una posición cerrada con la sección superior 7 de la pared extrema en una manera que selle el gas procedente de la atmósfera circundante. Como ha quedado claro a partir de las Figuras 1 y 3, no sólo la entrada 9 sino también la salida 10 están dispuestas en una pared extrema del reactor 1, por lo que dichas entrada y salida están dispuestas en la realización que está descrita aquí en conexión con la sección inferior 8 de la pared extrema del reactor.

10 Con referencia a la Figura 2, el reactor 1 en su sección inferior 8 de la pared extrema comprende un colector 17 de fluido, el cual está situado debajo del material de entrada 4 en la cámara 3, con el fin de recibir y recoger los productos basados en petróleo de fase fluida que son emitidos durante el proceso de pirólisis. Dicho colector 17 de fluido comprende un compartimento 18 de recepción de petróleo situado en el fondo del reactor 1, limitado por una parte inferior en forma de canal inferior 19 y un depurador 20 situado encima, formando el depurador al mismo tiempo el fondo de la vasija 2 del reactor. El depurador 20 está formado por un elemento circular en forma de disco provisto de unas perforaciones 21 y situado perpendicularmente al eje central 6, cuyas perforaciones están dispuestas dentro de un área limitada de la parte central del elemento en forma de disco. El depurador 20 está conectado en su periferia con el borde que rodea el fondo 19 en una manera que permite que sea liberado, y que la unidad completa formada de esta manera esté aplicada en la superficie interior de la parte del borde circundante inferior de la cubierta exterior 5. El depurador 20 ha sido formado como un cuenco con unas paredes que están en pendiente hacia abajo de modo que el petróleo que es emitido desde el material de entrada 4 durante el proceso de pirólisis es dirigido abajo hacia las perforaciones 21 del depurador 20 y, pasando éstas, en adelante hacia abajo al compartimento 18 de recepción de petróleo. Una salida 22 está situada en la parte más inferior del compartimento 18 de recepción de petróleo con un tubo, con el fin de dirigir el petróleo fuera del reactor 1 para un posterior procesamiento y almacenaje en el pirólisis.

25 Con referencia a las Figuras 1 y 3, la entrada 9 para la introducción de gas inerte en la cámara 3 del reactor comprende una serie de tubos de entrada separados 30:1-30:n, los cuales están posicionados concéntricamente entre sí (uno dentro del siguiente) y que pasan a un tubo 31 común circular central de distribución de gas que discurre a través de la sección inferior 8 de la pared extrema del reactor 1 y se extiende axialmente en la cámara 3, preferiblemente de tal manera que coincida coaxialmente con el eje central 6. Como ha quedado claro en la Figura 1, el tubo 31 central de distribución de gas se extiende a la manera de una torre en la cámara 3, pasando no solamente a través del fondo 19 sino también a través del depurador 20, en el que están dispuestas las aberturas pasantes 32 para este fin. El tubo 31 central de distribución de gas que pasa a través del fondo 19 y del depurador 20 pasa a través de éstos en una manera que los sella contra el paso de gas.

35 Los diversos tubos de entrada 30:1-30:n que son componentes del tubo 31 central de distribución de gas están terminados a diferentes alturas en la dirección vertical a lo largo del eje central 6 en una unidad de entrada 35:1-35:n situada la correspondiente ubicación en la cámara 3 del reactor. Como ha quedado claro por la Figura 1, las unidades de entrada 35:1-35:n están apiladas una sobre otra, y cada una de ellas demuestra la forma de una capucha circularmente simétrica. Cada una de tales unidades de entrada 35:1-35:n cubierta está provista de un conjunto de agujeros o perforaciones 36 que están frente afuera radialmente en la cámara 3 y que están dispuestas continuamente a lo largo de la periferia circundante de la correspondiente unidad de entrada 35:1-35:n con un área de salida total o suma que normalmente de forma esencial corresponde al área de la sección transversal del correspondiente tubo de entrada 30:1-30:n conectado a la unidad de entrada de modo que el gas pueda ser llevado sin una resistencia significativa en una dirección radial afuera a la cámara 3 del reactor a través de la correspondiente unidad de entrada en la manera que está ilustrada con la flecha 37 en la Figura 1. Como consecuencia del hecho de que el gas es llevado radialmente afuera a la cámara 3 desde las unidades de entrada 35:1-35:n y después axialmente hacia abajo a través del compartimento en forma de anillo que está limitado entre la superficie exterior del tubo 31 central de distribución de gas y la superficie interior de la cubierta exterior 5, en cuyo compartimento el material 4 de entrada ha sido colocado, el camino del gas a través del material de entrada será relativamente corto. Los problemas previamente experimentados con una gran caída de presión del gas que es llevado axialmente a través de la cámara, particularmente cuando se usa un material de entrada finamente dividido, pueden de este modo ser evitados.

55 Un examen más detallado de la Figura 1 debería dejar claro que el tubo de entrada más interior 30:1 del tubo 31 central de distribución de gas se abre en la unidad de entrada 35:1 más superior del tubo 31 central de distribución de gas, mientras que los tubos de entrada 30:n que están insertados uno en otro limitan entre los espacios en forma de anillo 38:1-38:n que, cuando son vistos desde el tubo de entrada más interior 30:1 y radialmente hacia afuera, se abre en la correspondiente unidad de entrada 35:n entre las otras unidades de entrada que después siguen hacia abajo en la pila de tales unidades. Cada una de dichas unidades de entrada 35:1-35:n que están apiladas una sobre otra está unida en una manera que permite su retirada a un correspondiente primer tubo de entrada 30:1-30:n a través de, por ejemplo, una conexión roscada (no mostrada en los dibujos). El flujo de gas en los diversos niveles en la dirección vertical afuera a la cámara 3 puede de este modo ser variado a través de una selección del área total de salida de las perforaciones 36 de la unidad de entrada 35:1-35:n que está montada sobre el correspondiente primer tubo de entrada 30:1-30:n.

Con referencia a la Figura 5, las unidades de entrada 35:1-35:n son mostradas en un diseño alternativo que puede además mejorar el flujo de gas a la cámara 3 del reactor. El tipo de unidad de entrada 35:1-35:n que ha sido en alguna medida modificada está dispuesto sobre su superficie exterior con varias unidades 39 tipo ala extendidas radialmente que soportan el material y que están montadas de una manera que permite su retirada, demostrando cuando son miradas a lo largo de su dirección longitudinal una forma que más precisamente se asemeja a la de un tejado en forma de silla de montar. Dichas unidades 39 de tipo ala se extienden radialmente hacia afuera en la cámara 3 y funcionan mediante el hecho de que su forma, de tejado en forma de silla de montar, soporta el material de entrada 4, impide llegar a estar apretado en el fondo de la cámara 3, y facilita el paso del gas a través del material de entrada.

Con referencia a la Figura 3, la entrada 9 comprende un circuito de control y regulador 40:1-40:n dispuesto en el correspondiente tubo de entrada 30:1-30:n, el cual mejora además las posibilidades de monitorizar y controlar los parámetros del proceso del gas inerte que es llevado a la cámara 3. El tipo de gas, su tasa de flujo y la temperatura del gas que es llevado a la cámara 3 a diferentes niveles a través del correspondiente tubo de entrada 30:1-30:n y la correspondiente unidad de entrada 35:1-35:n pueden ser controlados y regulados independientemente uno de otro con la ayuda de los circuitos reguladores 40:1-40:n. Cada circuito regulador 40:1-40:n comprende para este fin una válvula 41 para la regulación del flujo de gas y un suministro de calor 42 en la forma de un intercambiador de calor para calentar el gas. Una unidad de conmutación 44 es parte de la entrada 9, y esto hace posible cambiar a otros tipos de gas o medio en la cámara 3. Es posible en esta parte, por ejemplo, que el gas de pirólisis no condensado que sale del reactor es conmutado de modo que es devuelto al reactor 1 para recirculación, y también es posible mezclar en gas de pirólisis frío con un gas inerte calentado con el fin de obtener un gas con una temperatura especificada para cada uno de los tubos de entrada 30:1-30:n, como sea necesario. Alternativamente, otros tipos de gas inerte, por ejemplo nitrógeno N₂, pueden ser llevados a la cámara 3 por medio del conmutador 44, y algún otro medio puede ser llevado a la cámara 3 tal como, por ejemplo, vapor para un rápido enfriamiento del residuo, preferiblemente de carbono, que permanece en la cámara después de que el tratamiento de pirólisis haya sido realizado.

El control y la monitorización de los parámetros de proceso del gas o medio que es llevado a la cámara 3 tienen lugar con retroalimentación, de modo que los resultados que se obtienen por medida y monitorización del gas que es llevado a la cámara 3 a través de los respectivos tubos de entrada 30:1-30:n se usan para el control y la regulación de los circuitos 40:1-40:n del regulador que pertenecen a cada tubo de entrada. Con el fin de conseguir dicha retroalimentación, los circuitos de control y regulación 40:1-40:n comprenden un circuito de medida y monitorización dispuesto en cada tubo de entrada 30:1-30:n, con cuyos parámetros de proceso seleccionados del gas que es llevado a la cámara 3 a través de cada tubo de entrada 30:1-30:n pueden ser monitorizados. Cada uno de tales circuitos de medida y monitorización comprende un sensor de temperatura 45, un sensor de presión 46, y un sensor de flujo 47. A través de las posibilidades mejoradas para controlar los parámetros del proceso del gas que es llevado a la cámara 3 a través de las unidades relativas es posible, por ejemplo, permitir que un gas a una temperatura más alta pase a través de la entrada superior 35:1 y un gas a una temperatura más baja pase a través de la entrada inferior 35:n, de modo que se consigue la ventaja de que el petróleo que es emitido desde la capa superior del material de entrada ceda una fracción de su contenido de calor a la capa superior del material de entrada cuando va hacia abajo en la cámara 3 del reactor. La producción de petróleo procedente del proceso de pirólisis es de este modo aumentada por razones que incluyen el hecho de que se impide la conversión en gas del petróleo que ya ha sido liberado, mientras que al mismo tiempo se reduce el consumo de energía. Además, se obtiene de este modo una calidad de carbono más alta que permanece como un residuo en el reactor, ya que se reducen los riesgos de contaminación en las capas inferiores del petróleo previamente carbonizado.

Con referencia particular a la Figura 4, la salida 10 comprende una serie de unidades de salida 50:1-50:n que están conectadas para el paso hacia afuera del gas procedente de la cámara 3 del reactor al extremo inferior de la superficie exterior de la cubierta exterior 5 a través del tubo de salida 51 que pertenece a cada unidad de salida. Como se ve claramente en la Figura 4, los tubos de salida 51 están distribuidos uniformemente a unas distancias mutuas iguales alrededor de la circunferencia o la periferia de dicha cubierta exterior, y permiten que el gas que ha pasado axialmente hacia abajo a través del material de entrada 4 sea llevado desde la superficie exterior o periferia de la cubierta exterior 5 de acuerdo con la zona o sector.

Como está aclarado por las Figuras 3 y 4, los tubos de salida 51 están situados en un plano horizontal que se extiende radialmente como radios entre la superficie exterior de la cubierta exterior 5 del reactor 1 y un par de tubos colectores 52 que discurren uno a cada lado de la cubierta exterior, recogen los gases procedentes de los tubos de salida 51 y llevan estos gases alejándolos a través de un tubo de salida central 52. Los parámetros de proceso del gas o el medio que es llevado afuera de la cámara 3 a través de los correspondientes tubos de salida 51 son continuamente medidos a través de un circuito de control y regulación, generalmente indicado por 60:1-60:n, y dispuestos uno en cada unidad de salida. Con referencia a la ampliación parcial en la Figura 4, cada circuito de control y regulación 60:1-60:n comprende un dispositivo de válvula 61 para la constricción o cierre del flujo a través de un único tubo de salida 51, un sensor de temperatura 62, un sensor de presión 63, un sensor de flujo 64, y un medio 65, tal como en la forma de un cromatógrafo de gas, para la determinación de la composición química del gas.

Como ha sido mencionado en la introducción, el tratamiento de pirólisis de material de entrada o mercancías con un relativamente pequeño tamaño de la fracción establece unas demandas estrictas sobre el flujo del gas a través del reactor 1.

5 Con referencia a la Figura 1, la salida 10 comprende un medio para este fin, generalmente indicado por 70, que funciona como una barrera a través de la cual el gas puede ser transferido entre el material de entrada 4 que ha sido colocado en la cámara 3 y la salida 10. Este medio es así una barrera 70 que retiene y soporta el material de entrada 4 en la cámara 3 mientras que permite que el gas fluya libremente después de su paso a través del material de entrada 4 desde la cámara 3 a la salida 10. Como está mejor aclarado por la ampliación parcial en la Figura 1, la barrera 70 comprende una pared divisoria 71 en forma de cono que muestra una superficie interior 72 que está
10 frente al eje central 6 de la cámara, cuya superficie interior forma parte de la superficie de la cámara 3 sobre la cual descansa el material de entrada 4, y una superficie exterior 73 que está de espaldas al eje central 6 que, junto con la superficie interior de la cubierta exterior 5 y parte del elemento en forma de disco que forma parte del depurador 20, limita un compartimento circundante 74 en forma de anillo que es concéntrico con respecto al eje central y que está situado en la parte periférica exterior de la sección inferior 8 de la pared extrema de la vasija 2.

15 Como se muestra en la Figura 4, este compartimento periférico 74 en forma de anillo está a su vez dividido por medio de unas paredes transversales 75 en varios compartimentos sectoriales discretos 80:1-80:n que están separados entre sí. Las paredes transversales 75 están orientadas radialmente hacia el eje central 6 y dispuestas a unas distancias iguales entre sí a lo largo de la circunferencia del compartimento 74 en forma de anillo. La pared divisoria 71 en forma de cono está unida por una soldadura hermética a los gases en su extremo superior más
20 ancho en sus puntos de contacto con la superficie interior de la cubierta exterior 5 y unida en su extremo inferior más estrecho con la superficie superior del elemento en forma de disco que forma parte del depurador 20 del fondo.

Como está mejor aclarado por la ampliación parcial rodeada por la línea de puntos y trazos en la Figura 1, la pared divisoria 71 en forma de cono está provista de unas perforaciones 81 a través de las cuales el gas puede ser transportado desde la cámara 3 del reactor al correspondiente compartimento sectorial 80:1-80:n y, pasando dicho
25 compartimento sectorial correspondiente, hacia adelante desde el reactor a través de un tubo de salida 51 conectado a dicho compartimento sectorial correspondiente. Con el fin de impedir que el material de entrada 4 sea apretado herméticamente enfrente de dichas perforaciones 81 y las bloquee contra el paso de gas, la superficie interior 72 de la pared divisoria 71 en forma de cono está provista de bloqueadores 82 de partículas. Estos bloqueadores de partículas 82 comprenden unos salientes 83 que están dispuestos sobre la superficie interior 72 de la pared divisoria 71 en zonas, con unos salientes que se extienden en forma de escama de pez sin solaparse entre
30 sí en un ángulo hacia abajo y afuera sobre las perforaciones 81. Para las realizaciones descritas aquí la superficie interior 72 de la pared divisoria 71 en forma de cono muestra varias secciones circundantes a una altura dada que están situadas una tras otra alternando entre unas secciones 85 con perforaciones y unas secciones 85' sin perforaciones, por lo que los salientes 83, que comienzan desde las secciones 85', se extienden en una forma de teja hacia abajo a través de la sección 85 con unas perforaciones situadas debajo.

Con referencia a la Figura 6, se muestran y describen una disposición generalmente indicada con el número de referencia 90 destinada a la carga de un reactor del tipo que ha sido descrito anteriormente y una disposición generalmente indicada con el número de referencia 110 destinada a ser usada para el vaciado del reactor.

El dispositivo de carga 90 comprende una unidad de alojamiento o tolva 91 situada encima del reactor 1 dispuesta
40 para el almacenamiento de material de entrada para pirólisis, tal como el material de goma que es un componente de, por ejemplo, neumáticos desechados u otros tipos de materiales plásticos que han sido fragmentados para dar un tamaño pequeño que el combustible puede arrastrar a través de un tubo. La unidad de almacenamiento 90 está soportada sobre una unidad móvil 92 que puede ser impulsada en un plano horizontal y que comprende un remolque 93 que a su vez es controlado soportado sobre carriles por unas ruedas 94 y que corre sobre el carril 95, por lo que una disposición de impulsión eléctrica, no mostrada en detalle, es usada para impulsar el remolque sobre el carril. Como la unidad de almacenamiento 90 puede ser desplazada en el plano horizontal, se debería comprender que la disposición puede ser desplazada a lo largo de varios reactores idénticos 1:1-1:n del presente tipo situados en una línea uno tras otro, y puede ser usada para la carga de cada uno de estos reactores. El dispositivo de carga 90
45 comprende un canal, conocido como una "esclusa de mercancías" 96, equipada con una salida, cuyo canal se une en su parte superior en una forma de embudo con la tolva 91, y con la que el material de entrada puede ser alimentado en una manera controlada a la cámara 3 del reactor 1 a través del extremo de salida de la esclusa de mercancías. El llenado de la tolva 91 con un material de entrada fragmentado puede tener lugar mediante cualquier método adecuado, por ejemplo, por la entrada de un material siendo completamente de forma simple inclinado en la tolva por medio de una disposición de transporte adecuada. En la realización aquí expuesta la disposición de transporte está constituida por un camión equipado con una zona de carga basculante, en la que la carga es basculada en la tolva desde una rampa 97 situada en el nivel del borde superior de la tolva. El cierre de la salida desde la tolva tiene lugar por medio de una compuerta de cierre 98. Para un llenado eficaz de la cámara del reactor 1 con un material 4 de entrada, el extremo de salida de la esclusa de mercancías 96 está provisto de una compuerta de cierre 100 cuya posición es determinada por una unidad pistón-cilindro 101. El grado de llenado de la cámara 3
50 puede ser determinada, por ejemplo, por inspección visual, por sensores, o variando el período de apertura de la compuerta 100, por lo que las mercancías, cuando la compuerta 14 está abierta, discurren adentro y llenan el compartimento en forma de anillo entre el tubo circular central 31 de distribución de gas y la superficie interior de la

5 cubierta exterior 5, como se muestra en la cámara del reactor mostrada en una vista recortada. La esclusa de mercancías 96 puede ser pivotada alrededor de un eje 102 cuya altura o posición en la dirección vertical está determinada por la unidad pistón-cilindro 103. Desde la posición de vaciado de la esclusa de mercancías 96 mostrada en la Figura 6, la última puede ser rotada en dirección horaria a una posición cerca de la horizontal (no mostrada en los dibujos), en cuya posición la esclusa de mercancías no constituye un obstáculo para el desplazamiento a lo largo del carril encima de uno o varios reactores por medio de la unidad móvil 92, y tampoco es una obstrucción cuando se abre o cierra la compuerta 14 del reactor 1.

10 Como ha quedado claro en la Figura 6, la disposición de vaciado 110 comprende un brazo de robot 111, móvil en las articulaciones, que está soportado suspendido bajo una unidad móvil 112 que es posible, a su vez, desplazar en un plano horizontal. Dicha unidad móvil 112 comprende un remolque 113 que está controlado soportado sobre carriles por ruedas 114 y se desplaza sobre el carril 95, por lo que una disposición de impulsión eléctrica, no mostrada en detalle, se usa para impulsar el remolque sobre el carril. El carril 95 es común a la disposición de carga 90 y a la disposición de vaciado 110. Como la unidad móvil 112 puede ser desplazada al plano horizontal, se debería entender que la disposición de vaciado 110 puede ser desplazada a lo largo de varios reactores idénticos 1:1-1:n del presente tipo situados en línea uno tras otro, y puede ser usada para el vaciado independiente de cada uno de estos reactores.

20 El brazo robot 111 forma una parte de un robot industrial que comprende un manipulador con un sistema de control (no mostrado en los dibujos). El manipulador comprende un pie 117, un brazo inferior 118, un brazo superior 119 y una articulación 120 de la muñeca. El sistema de control crea unas señales para el movimiento que son enviadas a las unidades de impulsión del manipulador, y comunica con otro equipo. El manipulador está así diseñado, de una manera habitual que forma el brazo maniobrable del robot industrial, que tiene al menos seis grados de libertad. La parte libre más exterior del brazo robot 111 soporta un dispositivo de succión 122 que, para la extracción de vacío del resto o residuo de, entre otras sustancias, carbono y, por ejemplo un material metálico que permanece en la cámara 3 después de realizada la pirólisis, comprende un tubo rígido 123 preferiblemente de acero inoxidable que en su parte superior se convierte en un tubo flexible o ajustable 124 que a su vez está colocado en conexión con una fuente de presión negativa, no mostrada en los dibujos, y una disposición de recogida de los residuos carbonosos. Después de realizada la pirólisis, el residuo en la cámara 3 es extraído por succión, por el extremo del tubo rígido 123 al ser desplazado hacia la cámara por medio del brazo robot 111, el cual es móvil en las articulaciones, y lo siguiente de un programa de control predeterminado.

30 De acuerdo con un posterior desarrollo de la invención sería posible para la disposición de vaciado 110 comprender una cámara de vídeo dispuesta en la cámara 3 del reactor de modo que el personal operativo fuera capaz de seguir el proceso de vaciado en un monitor conectado a la cámara. Sería apropiado que la cámara de vídeo estuviera suspendida en la cámara 3, o podría estar fijada soportada en cualquiera de las secciones del brazo del brazo robot 111, móvil en las articulaciones.

35 La presente invención no está limitada a la que ha sido antes descrita y que se ha mostrado en los dibujos: puede ser cambiada y modificada en varias formas diferentes dentro del alcance del concepto innovativo especificado en las reivindicaciones de la patente anejas.

REIVINDICACIONES

1. Un reactor de pirólisis para la recuperación de carbono e hidrocarburos a partir de un material orgánico de entrada por medio de pirólisis, que comprende una vasija (2) que se extiende a lo largo de un eje central vertical (6) y muestra una cámara (3) que está limitada hacia afuera por una cubierta exterior (5) y por una sección superior e inferior (7, 8) de la pared extrema en cuya cámara se pretende que el material de entrada (4) sea colocado en forma fragmentada, para lo cual la vasija tiene:
- 5 – una abertura (12) con una compuerta (14) que cuando está en una posición cerrada forma un límite entre la cámara y la atmósfera circundante,
 - una entrada (9) para la introducción de gas calentado en la cámara, y
 - 10 – una salida (10) para el paso afuera desde la cámara del gas que ha pasado a través el material de entrada que ha sido colocado en la cámara, caracterizado por que la entrada (9) comprende varias unidades de entrada (35:1-35:n) dispuestas en áreas en la cámara (3), cuyas unidades de entrada, para llevar el gas a la cámara, están colocadas en conexión de transferencia de gas con una fuente emisora de gas a través de un tubo de entrada (30:1-30:n) que pertenece a cada unidad individual de entrada, en que la salida (10) comprende varias unidades de salida (50:1-50:n) dispuestas en áreas en la cámara que, para la conducción de gas desde la cámara, están colocadas en conexión de transferencia de gas con un tubo de salida separado (51) que pertenece a cada unidad de salida, y que el reactor comprende un miembro (70) que actúa como una barrera que permite el paso de gas entre el material de entrada (4) que ha estado colocado en la cámara (3) y la salida (10) y cuyo miembro está provisto de bloqueadores de partículas (82) diseñados de modo que las partículas que están incluidas en el material de entrada son filtradas del gas mientras que se permite que el gas pase libremente a través de la barrera.
 - 15
 - 20
2. El reactor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las unidades de entrada (35:1-35:n) están situadas encima de las unidades de salida (50:1-50:n).
3. El reactor de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que las unidades de entrada (35:1-35:n) están dispuestas en una pila vertical una encima de cada una de las otras (una encima de otra), cuya pila se extiende axialmente en la cámara (3), preferiblemente coincidiendo coaxialmente con el eje central (6) de la cámara en el que el gas es llevado radialmente a la cámara y en donde los tubos de salida (51) de las unidades de salida (50:1-50:n) están conectados a la superficie exterior de la cubierta exterior (5) en las cuales el gas es llevado radialmente afuera desde la cámara.
- 25
4. El reactor de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que cada unidad de entrada (35:1-35:n) muestra la forma de una capucha circularmente simétrica con unos agujeros o perforaciones (36) dispuestos alrededor de su periferia circundante en la que el gas es llevado radialmente desde la capucha en un plano horizontal en todas direcciones y en donde los tubos de salida (51) de las unidades de salida (50:1-50:n) están distribuidos uniformemente a unas distancias mutuas iguales alrededor de la circunferencia o periferia de la cubierta exterior (5) en la que el gas que ha pasado a través del material de entrada (4) sale en sectores desde la cámara en diferentes direcciones.
- 30
- 35
5. El reactor de acuerdo con la reivindicación 4, en el que las unidades de entrada (35:1-35:n) en forma de capucha están apiladas una sobre otra de modo que conjuntamente adoptan la forma de un tubo (31) de distribución de gas que se extiende axialmente en la cámara (3) corriendo a través de la sección inferior (8) de la pared extrema.
6. El reactor de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el tubo circular (31) de distribución de gas comprende una serie de tubos de entrada (30:1-30:n) que se extienden en la cámara y que están colocados concéntricamente uno en el interior de otro (uno dentro del otro) de modo que los espacios en forma de anillo (38:1-38:n) para el transporte de gas están limitados entre los tubos de entrada situados uno dentro del otro.
- 40
7. El reactor de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el tubo central o más interior (30:1) del tubo colector central (31) se abre en la unidad de entrada más superior (35:1) de la pila, mientras que los otros tubos de entrada (30:2-30:n) situados uno dentro de otro se abren en la respectiva unidad de entrada (35:2-35:n) entre otras unidades de entrada que siguen una a otra hacia abajo a través de la pila de tales unidades.
- 45
8. El reactor de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende las unidades de entrada (35:1-35:n) que están dispuestas en su superficie exterior o en su periferia con unas unidades (39) de tipo ala.
9. El reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la barrera (70) permeable al gas comprende una pared divisoria (71) provista de perforaciones (81) que muestran una superficie interior (2) frente al eje central (6) de la cámara que forma parte de la superficie situada en el fondo de la cámara (3) sobre la cual se apoya el material de entrada (4), y una superficie exterior (73) de espaldas al eje central sobre el que se abren los tubos de salida (51) de las unidades de salida (50:1-50:n).
- 50

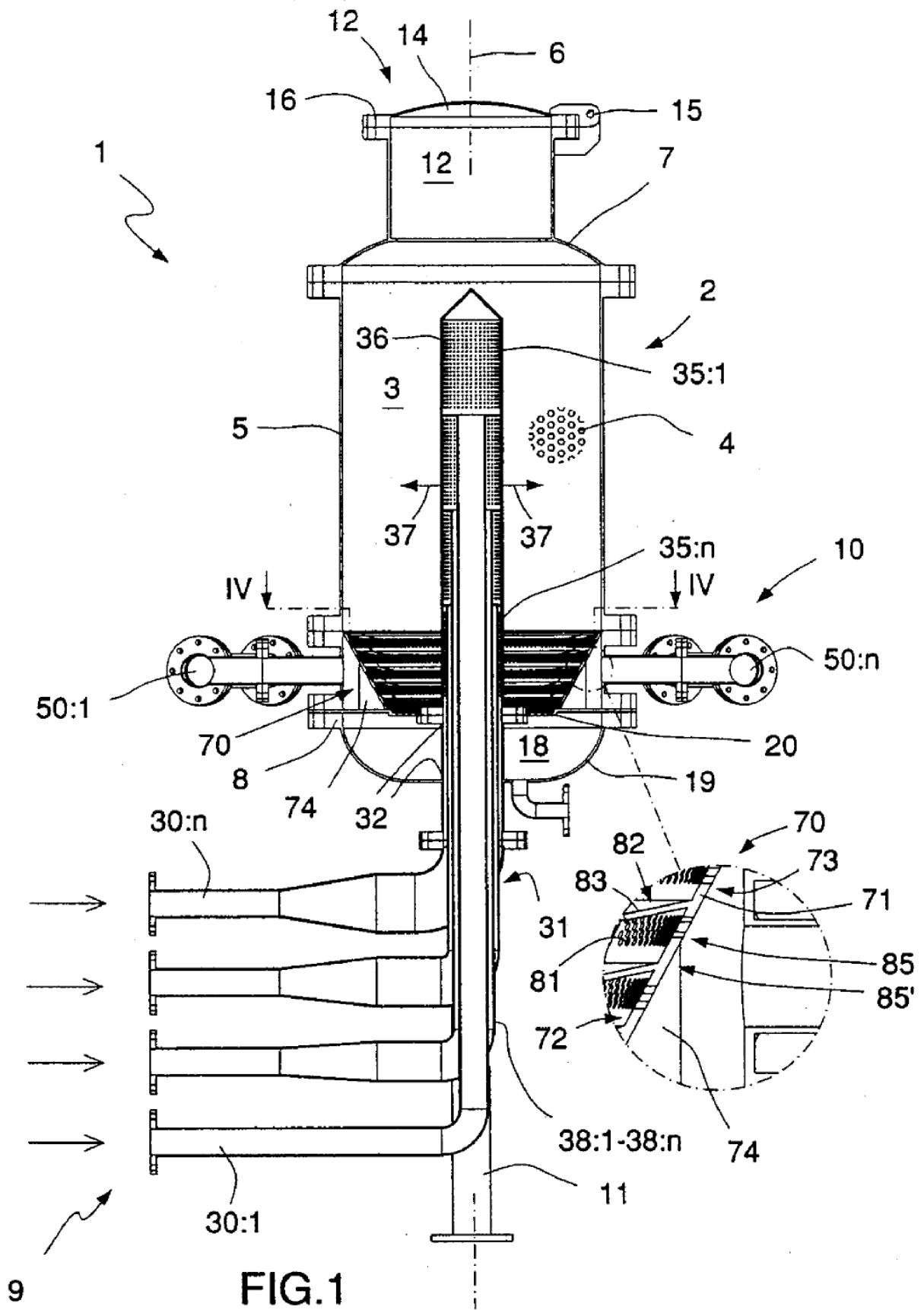
10. El reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que el bloqueador de partículas (82) comprende unos salientes (83) que están dispuestos en forma de escamas de pez sobre la superficie interior (72) de la pared divisora (71) y que se extienden en un ángulo hacia abajo sobre las perforaciones (81) de la pared divisoria.
- 5 11. El reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que la pared divisoria (71) muestra varias secciones circundantes a una altura dada que están colocadas una tras otra, alternando entre secciones (85) con perforaciones y secciones (85') sin perforaciones, en donde los salientes (83) que arrancan de las secciones sin perforaciones se extienden a modo de tejas oblicuamente hacia abajo a través de una sección con perforaciones situadas debajo.
- 10 12. El reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que comprende un colector (17) de fluido que está situado debajo del material de entrada (4) que ha sido colocado en la cámara (3) con el fin de recibir y recoger los productos con base en petróleo de fase fluida que son emitidos desde el material de entrada (4) durante el proceso de pirólisis.
- 15 13. El reactor de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el colector (17) de fluido comprende un compartimento (18) de recepción de petróleo situado en la parte más baja de la vasija (2) del reactor limitado por un fondo (19) en forma de canal y un depurador (20) situado encima de dicho fondo formado por un elemento circular en forma de disco perpendicular al eje central (6), cuyo depurador forma al mismo tiempo el fondo de la cámara (3) del reactor, y está provisto de unas perforaciones (21) que permiten que el petróleo que es emitido desde el material de entrada discurra hacia abajo al compartimento de recepción de petróleo.
- 20 14. El reactor de acuerdo con la reivindicación 13, en el que al depurador (20) le ha sido dada la forma de un cuenco con unas paredes en pendiente hacia abajo de modo que el petróleo que es emitido desde el material de entrada (4) durante el proceso de pirólisis es llevado abajo hacia las perforaciones (21) del depurador.
- 25 15. El reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en el que los tubos de salida (51) que pertenecen a las unidades de salida (50:1-50:n) se extienden radialmente como radios entre la superficie exterior de la cubierta exterior (5) y un par de tubos colectores (52) que pasan uno a cada lado de la cubierta exterior, recogen gases procedentes de los tubos de salida y los transportan afuera a través de un tubo de salida central (62).
16. El reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-15, que comprende un primer circuito de monitorización y control (40:1-40:n) con los que los parámetros del proceso del gas que es llevado a la cámara a través de la respectiva unidad de entrada (35:1-35:n) pueden ser controlados y monitorizados.
- 30 17. El reactor de acuerdo con la reivindicación 16, en el que un primer circuito de control y monitorización (40:1-40:n) está dispuesto para cada una de dichas unidades de entrada (35:1-35:n).
18. El reactor de acuerdo con la reivindicación 17, en el que cada primer circuito de control y monitorización (40:1-40:n) comprende un dispositivo de válvula (41) para la regulación del flujo de gas y un medio (42, 44) de producción de calor para calentar el gas.
- 35 19. El reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 17-18, en el que cada primer circuito de control y monitorización (40:1-40:n) comprende un conmutador (44) para la conmutación de diferentes tipos de medios a la cámara (3), por ejemplo gas recirculado, no condensado de pirólisis; otro tipo de gas inerte, nitrógeno N₂, por ejemplo; o un medio tal como vapor para el rápido enfriamiento de la cámara del reactor.
- 40 20. El reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16-19, en el que el primer circuito de control y monitorización (40:1-40:n) comprende un circuito de medida que consta de un sensor de temperatura (45), un sensor de presión (46), y un sensor de flujo (47).
21. El reactor de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones 16-20, que comprende un segundo circuito de control y monitorización (60:1-60:n) con el que los parámetros del proceso del gas que es llevado afuera de la cámara (3) a través de la respectiva unidad de salida (50:1-50:n) pueden ser controlados y monitorizados.
- 45 22. El reactor de acuerdo con la reivindicación 21, en el que el segundo circuito de control y monitorización (60:1-60:n) está dispuesto para cada una de dichas unidades de salida (50:1-50:n).
23. El reactor de acuerdo con la reivindicación 21 o la 22, que comprende un dispositivo de válvula (61) para la regulación del flujo de gas que sale de la cámara (3).
- 50 24. El reactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 21-23, que comprende un circuito de medida que consta de un sensor de temperatura (62), un sensor de presión (63), un sensor de flujo (64) y un medio (65) para analizar la composición química del gas.
25. Un método para la carga de un reactor con un material de entrada y para el vaciado de tal reactor, siendo dicho reactor un reactor para la recuperación de carbono y de hidrocarburos procedentes del material orgánico de entrada a través de pirólisis, que comprende una vasija (2) que se extiende a lo largo de un eje vertical central (6) y muestra una cámara (3) que está limitada hacia afuera por una superficie exterior (5) y por una sección superior e inferior (7,

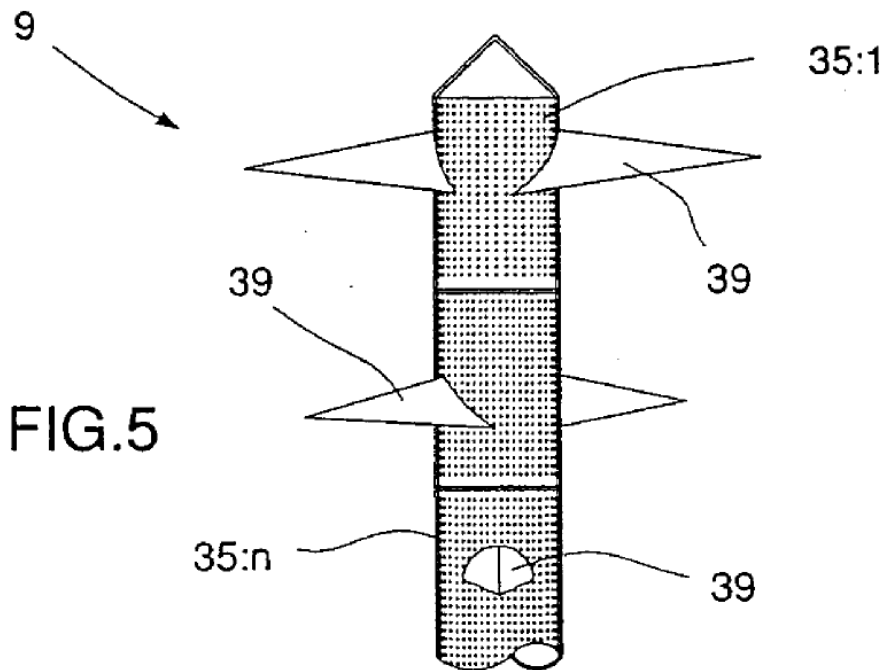
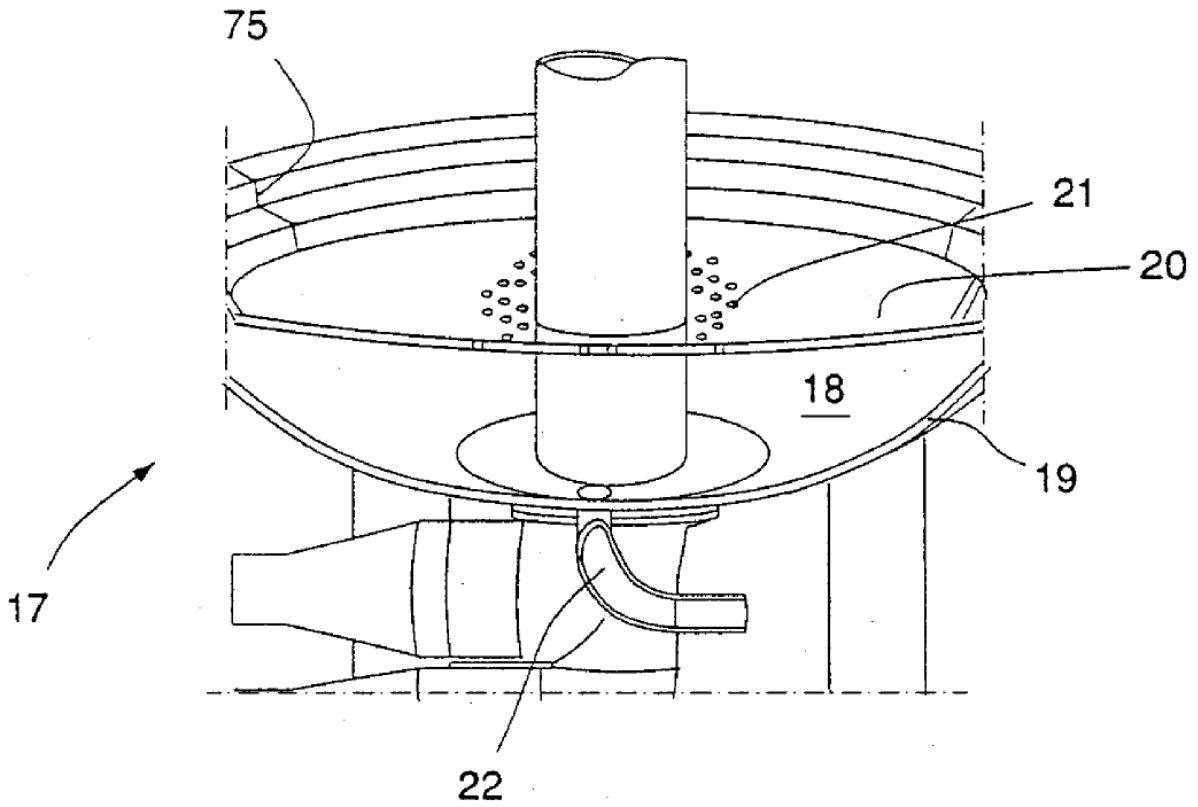
8) de la pared extrema, en cuya cámara se pretende que el material de entrada (4) en forma fragmentada sea colocado, en donde la vasija tiene una abertura (12) con una compuerta (14) que cuando está en una posición cerrada forma un límite entre la cámara y la atmósfera circundante, una entrada (9) para la introducción de gas calentado a la cámara, y una salida (10) para el paso afuera desde la cámara del gas que ha pasado a través del material de entrada que ha sido colocado en la cámara, en donde la entrada (9) comprende varias unidades de entrada (35:1-35:n) dispuestas en áreas en la cámara (3), cuyas unidades de entrada, para la conducción del gas a la cámara, están situadas en conexión de transferencia de gas con una fuente emisora de gas a través de un tubo de entrada (30:1-30-n) que pertenece a cada unidad de entrada individual, y en donde la salida (10) comprende varias unidades de salida (50:1-50:n) dispuestas en áreas en la cámara que, para la conducción del gas afuera de la cámara, están situadas en conexión de transferencia de gas con un tubo de salida separado (51) que pertenece a cada unidad de salida, en donde la cámara del reactor está cargada con un material de entrada, con la compuerta (14) de la vasija colocada en su posición abierta, desde arriba a través del vaciado del material de entrada a la cámara (3) del reactor, y la cámara del reactor es vaciada, después de que la pirólisis ha sido realizada y con la compuerta una vez nuevamente colocada en su posición abierta, desde arriba a través del material que ha sido procesado hasta su finalización por pirólisis, siendo retirado de la cámara por medio de un tubo (123) que es un componente de una disposición de vaciado (110).

26. El método de acuerdo con la reivindicación 25, en el que una unidad de almacenamiento o tolva (91) está dispuesta situada encima del reactor (1) para el almacenamiento del material de entrada (4) y un canal, conocido como una esclusa de mercancías (96), provisto de una salida que une su parte superior en un embudo con la tolva (91) y con la cual el material de entrada puede ser alimentado a la cámara (3) del reactor (1) de una manera controlada a través del extremo de salida de la esclusa de mercancías en donde un robot con un brazo móvil (111) se usa para manipular el tubo (123) cuando se extrae por succión un material que ha sido completamente procesado desde la cámara del reactor.

27. El método de acuerdo con la reivindicación 25 o 26, en el que la unidad de almacenamiento (91) está dispuesta soportada sobre una unidad móvil (92) que puede ser desplazada en un plano horizontal encima del reactor y donde el robot está soportado de una manera similar por una unidad móvil (112) que puede ser desplazada en un plano horizontal encima del reactor.

28. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 25-27, en el que varios reactores (1:1-1:n) están dispuestos en línea uno tras otro y que la unidad de almacenamiento (91) que puede ser desplazada y que está dispuesta encima de estos reactores se usa para llenar los reactores con un material de entrada (4).





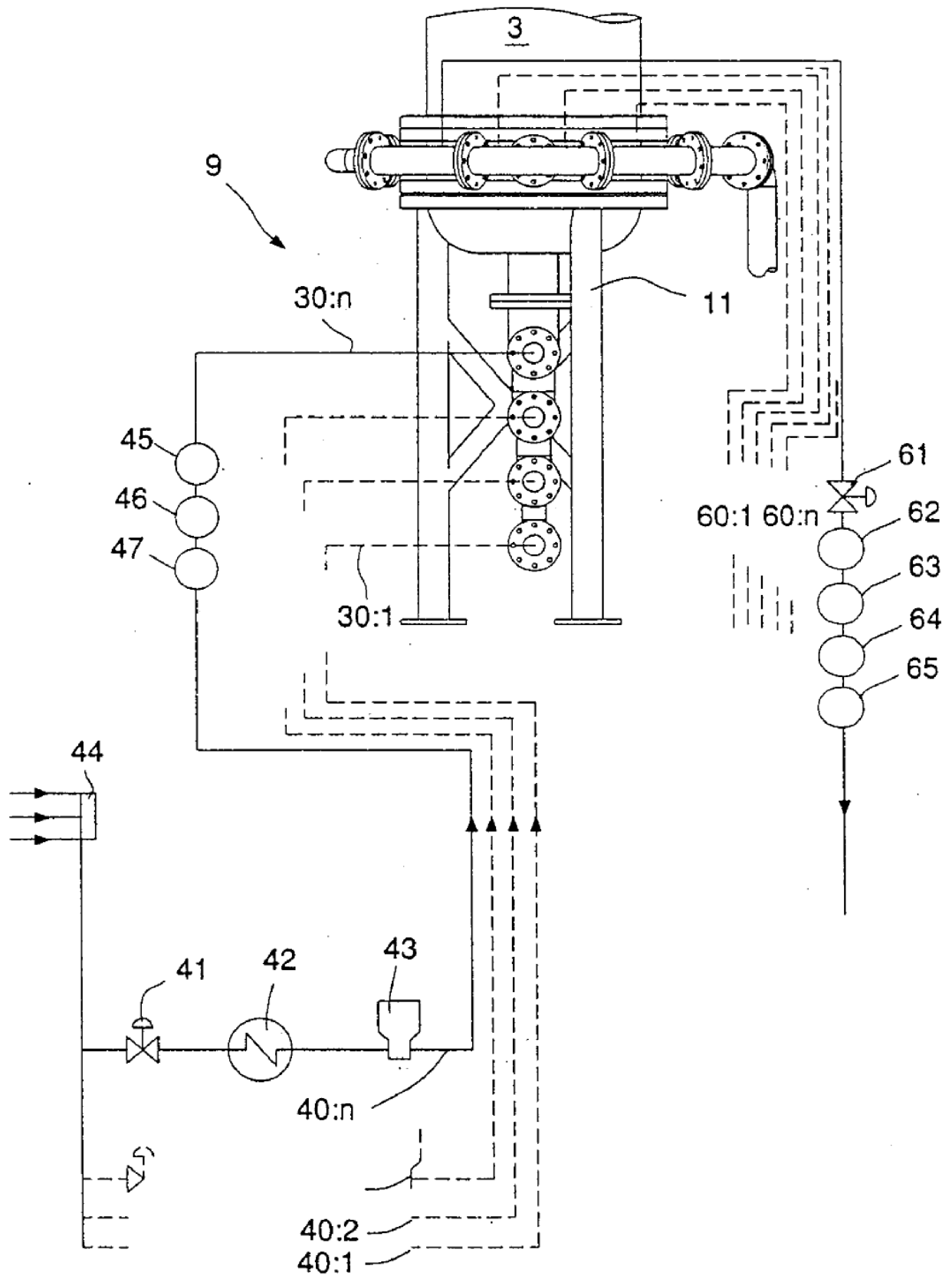


FIG.3

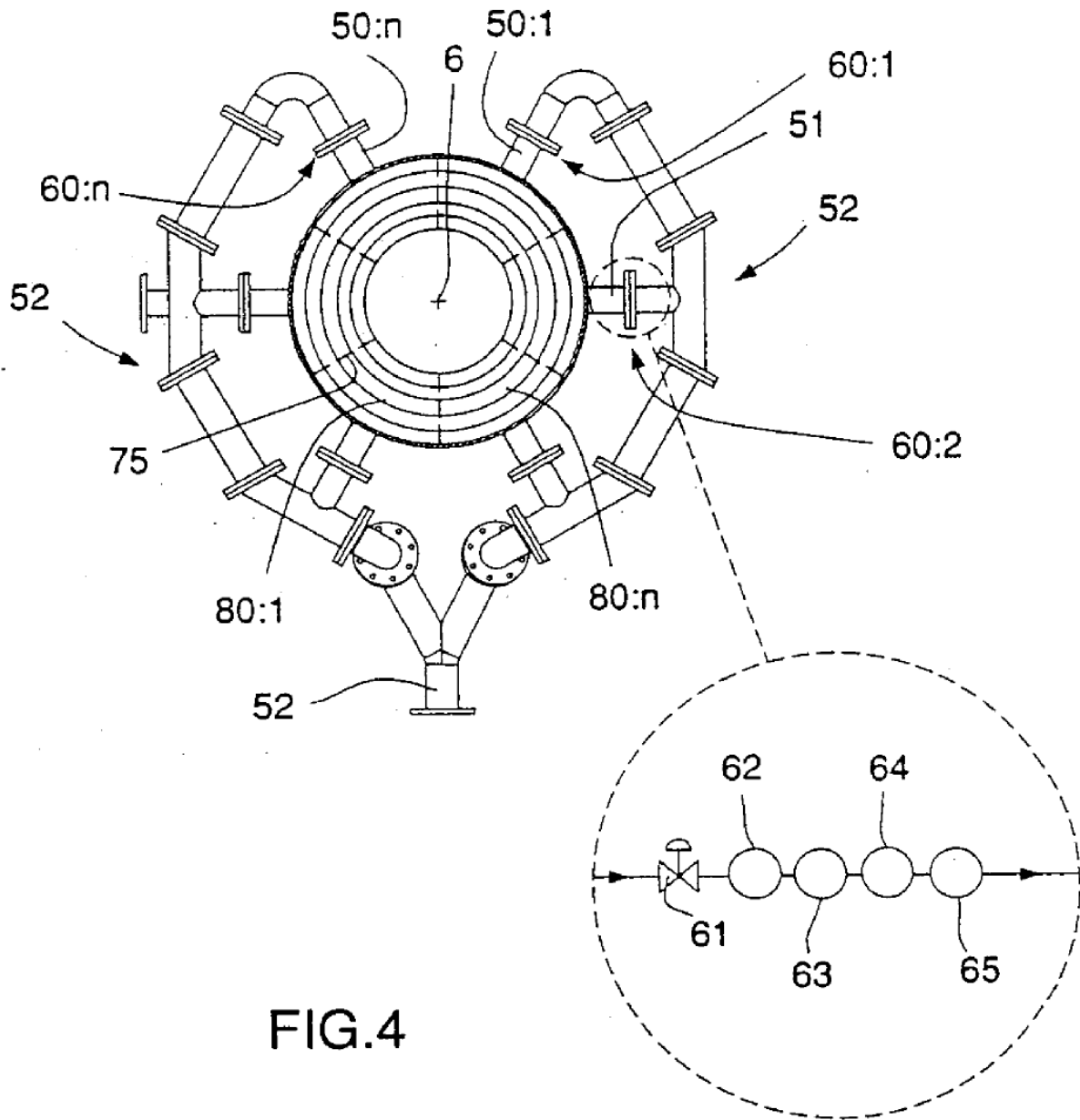


FIG.4

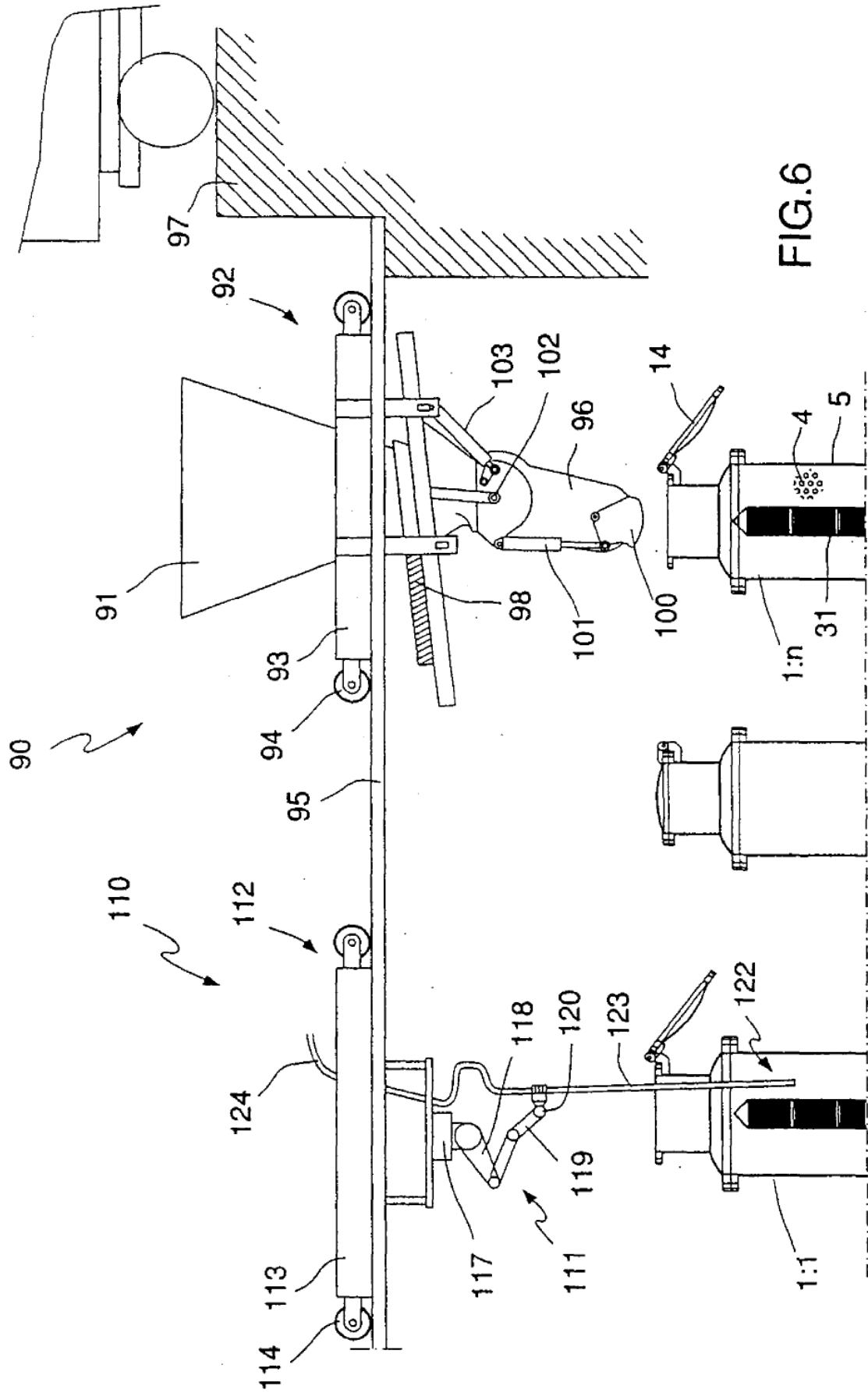


FIG.6