

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 201**

51 Int. Cl.:

<b>C10G 1/02</b>	(2006.01)
<b>C10B 11/00</b>	(2006.01)
<b>C10B 19/00</b>	(2006.01)
<b>C10B 53/07</b>	(2006.01)
<b>C10G 1/10</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.02.2015 PCT/IT2015/000015**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.08.2015 WO15125166**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2015 E 15714666 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 3107979**

54 Título: **Método y planta para la disposición de residuos compuestos de materiales plásticos y biomasas**

30 Prioridad:

**21.02.2014 IT TO20140145**

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

**09.07.2018**

73 Titular/es:

**BENZI, GIUSEPPE (100.0%)  
Corso Genova 19  
15050 Carbonara Scrivia (AL), IT**

72 Inventor/es:

**BENZI, GIUSEPPE**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 675 201 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**

Método y planta para la disposición de residuos compuestos de materiales plásticos y biomásas

5 La presente invención se refiere a un método y a una planta para disposición de residuos sólidos, compuestos de materiales plásticos y biomásas, y residuos líquidos, particularmente compuestos de aceites vegetales y grasas usados.

10 La disposición de residuos es un gran problema, ya que cada vez es más difícil encontrar áreas para usar como vertederos, y la quema hasta cenizas tiene un alto costo y, si no se realiza correctamente, puede generar contaminación ambiental.

Se han diseñado plantas de tratamiento, conocidas como incineradores, que usan materiales plásticos como combustible para producir calor, y también plantas para tratar las biomásas que, mediante fermentación, producen gas combustible.

15 La presente invención propone un nuevo procedimiento para la disposición de materiales plásticos, de biomásas y de aceites y grasas vegetales usados, que permite obtener gas combustible a través de un tratamiento de pirólisis.

20 La presente invención por lo tanto propone un método y una planta para realizar dicho método, como se reivindica en las reivindicaciones independientes respectivas.

El método consiste esencialmente en someter los desechos sólidos y líquidos a un tratamiento de pirólisis, que permite extraer el gas combustible de síntesis (syngas), obteniendo un residuo inerte que no presenta problemas para su disposición en un vertedero.

25 La planta comprende sustancialmente:

- una primera sección en la que se realiza la pirólisis de materiales de desecho, y se producen gas de síntesis (syngas) y cenizas residuales;
- una segunda sección en la que la fracción más ligera de tales cenizas, concretamente el carbón pulverizado o el negro de carbón que es transportado por el syngas, se separa del gas de síntesis;
- una tercera sección en la que se produce la destilación fraccionada de los productos de la pirólisis, obteniéndose hidrocarburos de alto punto de ebullición, a saber, un residuo bituminoso (alquitrán);
- una cuarta sección en la que se produce el reciclado del residuo bituminoso de la destilación fraccionada, para un tratamiento adicional, pudiendo mezclarse dicho residuo bituminoso con los residuos líquidos.

35 La cámara de pirólisis está compuesta sustancialmente por un tubo hecho de una aleación especial, calentado y equipado con un sistema mecanizado para controlar la manipulación y el avance de la masa sólida que se someterá al tratamiento de pirólisis. El tubo está aislado externamente con un tejido cerámico y, por medio de un montaje motorreductor, gira lentamente alrededor de su propio eje.

40 Una característica de la planta es que es energéticamente autónoma, ya que utiliza parte del gas combustible producido para alimentar un motor endotérmico que acciona un alternador, que proporciona la energía eléctrica utilizada para calentar la cámara de pirólisis y para accionar todos los dispositivos necesarios para el funcionamiento de la planta.

45 El uso del método y de la planta de la invención definitivamente permite transformar desechos sólidos y líquidos en un gas combustible y en residuos inertes. Parte del gas combustible se usa para producir la energía necesaria para la operación de la planta completa, mientras que la fracción residual inerte, cuyo volumen es mucho más bajo que la masa inicial de los desechos, se puede disponer en un vertedero sin problemas particulares, tanto por la cantidad reducida de dichas cenizas, como porque no contaminan.

50 La invención se describirá ahora, como un ejemplo no limitante, de acuerdo con una realización preferida y con referencia a la Figura 1 adjunta, que muestra el diagrama funcional de la planta de pirólisis.

55 Con referencia a la Figura 1, (1) designa una planta de pirólisis, de acuerdo con la invención, calentada con corrientes de alta frecuencia. La planta de pirólisis (1) comprende:

- una primera sección (100), en la cual se lleva a cabo la pirólisis de materiales de desecho, se produce gas de síntesis (syngas) y se descargan las cenizas residuales del tratamiento;
- una segunda sección (200), en la cual la fracción más ligera de las cenizas (carbón pulverizado o negro de carbón) que es transportada por el syngas, se separa del gas de síntesis;
- una tercera sección (300), en la que se realiza la destilación fraccionada de los productos de pirólisis, obteniéndose hidrocarburos de alto punto de ebullición o residuos bituminosos (alquitrán);
- una cuarta sección (400), en la que se realiza el reciclado del residuo bituminoso de la destilación fraccionada, para un tratamiento adicional.

65

## ES 2 675 201 T3

La primera sección (100) comprende un cilindro (2), o cámara de pirólisis, que gira alrededor de su propio eje, equipado externamente con aislamiento, por ejemplo, en fibra cerámica. Las alas con forma de tornillo de Arquímedes (3), con superficie templada mediante nitruración, están soldadas en el cilindro (2).

5 El cilindro (2) se hace girar mediante un primer montaje motorreductor (4) y se calienta internamente por medio de calentamiento (5), para tomar la masa sólida que se va a pirolizar a una temperatura de  $680 \pm 750^{\circ}\text{C}$ .

10 De acuerdo con una realización preferida, el diámetro interno de la cámara de pirólisis (2) oscilará preferiblemente entre 650 y 950 mm, mientras que la longitud oscilará preferiblemente entre 6.000 mm y 8.000 mm, con una rotación a una velocidad, por ejemplo, entre 1 y 3 revoluciones por minuto. Además, dichos medios de calentamiento (5) comprenden dos generadores de inducción (6) a una radiofrecuencia variable entre 1,5 kHz y 2,5 kHz y con una potencia de 80 a 120 kW cada uno, cada uno de los cuales está conectado a una bobina (7), dentro del cual gira lentamente el cilindro de pirólisis (2). Las dos bobinas transmiten la corriente inducida de alta frecuencia creada por los dos generadores, de modo que el cilindro (2) se convierte en asiento de las corrientes parásitas que lo calientan debido al efecto Joule.

15 El control de la temperatura se realiza por medio de dos sondas láser (no mostradas), colocadas en la entrada y en la mitad de la cámara de pirólisis (2). Los dos puntos de control están compuestos, cada uno, de tres puntos de detección secuenciales.

20 La carga del cilindro (2) se produce, en el primer extremo (2a) del cilindro (2), por medio de una tolva (8) que suministra una espiral (9) girada por un segundo montaje motorreductor (10).

25 El material se carga en la entrada de la cámara de pirólisis (2). Si el residuo a tratar es sólido, primero se pica en piezas cuyo tamaño es de aproximadamente 1 cm y se carga por medio de la espiral (9) con una relación de compresión preferiblemente de 1:150 a 1:250 y con velocidad ajustable. Si, en cambio, el desecho es líquido, se carga en la sección de reciclaje (400), como se especifica mejor a continuación.

30 El material cargado en la tolva (8) e insertado con presión por la espiral (9), alcanza el interior del cilindro (2) cuya rotación, acoplada al tornillo de Arquímedes (3), lo empuja hacia el segundo extremo (2b) del cilindro (2).

35 En la trayectoria a lo largo del cilindro (2), a la temperatura de  $680 - 750^{\circ}\text{C}$ , el residuo sólido, compuesto principalmente de materiales plásticos como polietileno, polipropileno, ABS, PET, poliestireno, poliuretanos o biomasa (madera, lodos de depuración, paja de arroz, etc.) se somete a pirólisis, produciendo compuestos sólidos y gaseosos. La fracción gaseosa, llamada syngas, comprende una mezcla de  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , y  $\text{CH}_4$  (fracción volátil a temperatura ambiente) y arrastra hidrocarburos de alto punto de ebullición, productos oxigenados que tienen diversos pesos moleculares como vapor y hulla de carbón pulverizado (negro de carbón), mientras que la fracción sólida comprende cantidades extremadamente reducidas de cenizas residuales.

40 A través de una abertura (11), el gas de síntesis entra en una cámara de sedimentación (12), mientras que las cenizas residuales se descargan, a través de un conducto (13), en un recipiente (14).

45 La segunda sección (200) comprende la cámara de sedimentación (12) desde la cual se transporta el gas de síntesis, a través de un primer conducto (15) y un segundo conducto (16), hacia un primer ciclón (17) y, respectivamente, un segundo ciclón (18). Dentro de los ciclones (17) y (18), se trata el gas de síntesis para completar la separación del carbón pulverizado (negro de humo) que transportaba, descargándose el carbón pulverizado a través de una abertura inferior (17a, 18a) de dicho primero y segundo ciclón (17, 18), mientras que el gas de síntesis, así depurado del negro de humo sale de la parte superior (17b, 18b).

50 La tercera sección (300), en la que se produce la separación fraccionada de los productos de pirólisis, comprende una columna de destilación fraccionada (19) compuesta de varios elementos superpuestos equipados con placas de condensación y serpentines de refrigeración con ajuste de la cantidad necesaria de agua para mantener cada módulo a la temperatura de condensación de las mezclas de elementos de alto punto de ebullición que abandonan el gas de síntesis. Todos los elementos condensados de alto punto de ebullición se transportan al fondo de la columna.

55 En la parte inferior de la columna de destilación fraccionada (19), el gas de síntesis procedente de los ciclones de separación (17) y (18) entra a través de los conductos (20) y (21). En la columna (19), la fracción volátil de gas de síntesis se separa de los hidrocarburos de alto punto de ebullición, que componen dicho residuo bituminoso (alquitrán) y salen de la salida superior (22), mientras que dichos hidrocarburos de alto punto de ebullición salen de la salida inferior (23). El syngas se transporta hacia un soplador (no mostrado) que crea una ligera presión en la cámara de pirólisis (2) y envía el gas de síntesis hacia columnas de lavado básica y ácida (no mostradas).

60 A través de un conducto (24), que entra en la parte superior de la columna (19), se hace pasar agua de refrigeración, esta entrada está controlada por una válvula (25) y un contador de litros electrónico (no mostrado). El agua luego cruza un serpentín (26) y sale, como vapor sobrecalentado, de un conducto (27).

65 En la cuarta sección (400), está la recirculación de hidrocarburos de alto punto de ebullición que salen, a través del

- 5 conducto (23), desde la parte inferior de la columna de destilación fraccionada (19), y del carbón en polvo (negro de humo) extraído de los ciclones de separación (17) y (18) colocados a la salida de la cámara de sedimentación (12). La cuarta sección (400) comprende una bomba (28) que inserta dichos hidrocarburos de alto punto de ebullición en un turbomezclador (29), accionado por un tercer montaje motorreductor (30), el flujo de dichos hidrocarburos de alto punto de ebullición siendo regulados por una válvula (31).
- 10 El negro de humo procedente de los ciclones (17) y (18) se inserta en el turbomezclador (29) a través de un conducto (32), estando regulado el flujo de dicho negro de humo por una válvula (33).
- 15 A través de un conducto (34), también se insertan desechos líquidos (aceites vegetales y grasas usados) en el turbomezclador (29), dichos desechos líquidos se insertan en una tolva (35) y su flujo se regula mediante una válvula (36).
- En el turbomezclador (29) se produce una emulsión que, entra en un conducto (37), alcanza una bomba (38) que la inserta en la cámara de pirólisis (2) a través de un conducto (39). A través de un conducto (40), en la cámara de pirólisis (2) se inserta el vapor sobrecalentado, que sale de la columna de destilación fraccionada (19) a través del conducto (27), siendo regulado el flujo de vapor mediante una válvula (41).
- 20 El turbomezclador (29) es capaz de mezclar a fondo el producto de carbono que sale de los ciclones de separación y el alquitrán extraído de la base de la columna de destilación fraccionada (19). Esta mezcla se reinserta en la entrada de la cámara de pirólisis junto con el vapor sobrecalentado procedente de los serpentines de la columna de separación fraccionada. La cantidad de vapor es variable entre 10% y 15% en peso del residuo cargado en la entrada del pirolizador. Esta variación se debe a la naturaleza de los desechos tratados. Esta mezcla se vuelve muy eficiente con la adición de aceite vegetal usado, insertado en la tolva (35), procedente de una recolección diferenciada, ya que tiene excelentes propiedades para disolver los hidrocarburos, también a altas concentraciones.
- 25 El porcentaje de oxígeno presente en la cámara de pirólisis se controla y registra de forma continua mediante un instrumento analítico del tipo SYN 100, capaz también de verificar el porcentaje de CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> en el gas de síntesis producido. Para evitar que el gas de síntesis se salga y el oxígeno se filtre en la cámara de pirólisis, el suministro de los desechos sólidos se realiza con la espiral (9) con alta presión de compactación y se precalienta a una temperatura adecuada (según el tipo de residuo) para permitir la formación de un tapón para garantizar el sellado del sistema al aire, y por lo tanto al oxígeno, en la cámara de pirólisis (2). Entre la tolva de carga y la espiral, se inserta una válvula de estrella para evitar infiltraciones de aire y, por lo tanto, de oxígeno desagradable para el proceso de pirólisis.
- 30 La cámara de pirólisis (2) se mantiene a una ligera presión por el soplador que envía el gas de síntesis hacia las columnas de lavado básica y ácida, siendo la presión baja igual a aproximadamente 0,7 mbar inferior a la presión externa.
- 35 En caso de emergencia, el gas de síntesis producido, después del lavado, se inicia como soplete de emergencia, los generadores de inducción se desconectan y la cámara de pirólisis se lava con nitrógeno gaseoso.
- 40 La invención se ha descrito como un ejemplo no limitante, de acuerdo con una realización preferida. Los expertos en la técnica podrían encontrar numerosas variaciones, todas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Planta de pirólisis para el tratamiento de desechos sólidos y líquidos, que comprende:

- 5
- una primera sección (100), que realiza una pirólisis de dichos residuos sólidos y líquidos, dicha pirólisis produce gas de síntesis y cenizas residuales, comprendiendo dicha primera sección (100) un cilindro (2), o cámara de pirólisis, equipada con: un aislamiento externo, medios para cargar los desechos sólidos colocados en un primer extremo (2a) del cilindro de pirólisis (2), y medios de calentamiento (5);
- 10
- una segunda sección (200), que realiza la separación de una fracción más ligera de dichas cenizas, tal como carbón pulverizado o negro de carbón, de dicho gas de síntesis, siendo transportada dicha fracción más ligera por el gas de síntesis;
- 15
- una tercera sección (300), que realiza la destilación fraccionada de dicho gas de síntesis, obteniendo la separación de la fracción volátil de dicho gas de síntesis de un residuo bituminoso;
  - una cuarta sección (400), que realiza el reciclado del residuo bituminoso de dicha destilación fraccionada, para un tratamiento adicional;
- 20
- caracterizada porque dicho cilindro (2), o cámara de pirólisis, puede rotar alrededor de su propio eje y está equipado con:
- medios que inducen, por medio de dicha rotación, un avance del material contenido en dicho cilindro (2), comprendiendo dichos medios un tornillo de Arquímedes (3);
- 25
- dichos medios de calentamiento (5), que comprenden al menos un generador de inducción de radiofrecuencia (6), estando conectado cada uno de dichos generadores (6) a una bobina (7), dentro de la cual dicho cilindro de pirólisis (2) gira lentamente, transmitiendo dicha bobina (7) la corriente inducida de alta frecuencia creada por dicho al menos un generador (6) de modo que el cilindro de pirólisis (2) se convierta en asiento de las corrientes parásitas que lo calientan a través del efecto Joule; y
- 30
- medios para hacer girar dicho cilindro (2).

2. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dicho aislamiento está hecho de fibra cerámica.

35 3. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dichos medios para cargar los residuos sólidos, situados en el primer extremo (2a) del cilindro de pirólisis (2), comprenden una espiral (9), suministrada por una tolva (8) y girada por un segundo montaje motorreductor (10).

40 4. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dichos generadores (6) producen corrientes que tienen una frecuencia de 2,5 kHz y una potencia de 85 kW.

5. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dichos medios para hacer girar dicho cilindro (2) comprenden un primer montaje motorreductor (4).

45 6. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dichos medios para cargar los desechos sólidos comprenden una tolva (8) que suministra una espiral (9) girada por un segundo montaje motorreductor (10).

50 7. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada porque dicha espiral (9) suministra dicho residuo sólido con una relación de compresión de aproximadamente 1:200 y se precalienta a una temperatura adecuada, de acuerdo con el tipo de residuo, para permitir la formación de un tapón adaptado para evitar que el gas de síntesis se escape y que el oxígeno ingrese en la cámara de pirólisis (2).

55 8. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dicha segunda sección (200), adaptada para realizar la separación de la fracción más ligera de dichas cenizas, tal como carbón pulverizado o negro de carbón, de dicho gas de síntesis, comprende una cámara de sedimentación (12) que recoge el gas de síntesis que sale de dicha cámara de pirólisis (2), proporcionando al menos un conducto (15, 16) adaptado para transportar dicho gas de síntesis hacia al menos un ciclón (17, 18) dentro del cual se trata el gas de síntesis para realizar la separación del carbón pulverizado o negro de humo transportado por dicho gas de síntesis, siendo descargado dicho carbón pulverizado a través de una abertura inferior (17a, 18a) de dicho al menos un ciclón (17, 18), mientras que el gas de síntesis limpiado de ese modo se hace salir de la parte superior (17b, 18b).

60

9. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dicha tercera sección (300), adaptada para llevar a cabo la destilación fraccionada de dicho gas de síntesis, comprende una columna (19), en la que hay:

- conductos (20) y (21), colocados en la parte inferior de dicha columna (19), a través de los cuales entra el gas de síntesis procedente de dichos ciclones de separación (17) y (18);
  - una salida (22), colocada en la parte superior de dicha columna (19), desde la cual el gas de síntesis se sale después de la separación del residuo bituminoso, siendo transportado dicho gas de síntesis hacia un soplador adaptado para crear una ligera baja presión en la cámara de pirólisis y para enviar el gas de síntesis hacia las columnas de lavado;
  - una salida (23), colocada en la parte inferior de dicha columna (19), de la que se desprende dicho residuo bituminoso.
- 5
- 10 10. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada porque dicha columna de destilación fraccionada (19) comprende además un conducto (24), que entra en la parte superior de dicha columna (19), en la que se pasa agua de refrigeración, atravesando dicha agua un serpentín (26) y saliendo, como vapor sobrecalentado, de un conducto (27).
- 15 11. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dicha cuarta sección (400), adaptada para realizar el reciclado del residuo bituminoso de dicha destilación fraccionada, comprende:
- un turbomezclador (29), accionado por un tercer montaje motorreductor (30), en el cual se inserta dicho residuo bituminoso;
  - un conducto (32), a través del cual el negro de humo procedente de los ciclones (17) y (18) se inserta en el turbomezclador (29);
  - un conducto (34), a través del cual los desechos líquidos, tales como aceites y grasas usados, se insertan en el turbomezclador (29); en el turbomezclador (29) se produce una emulsión, que se inserta en la cámara de pirólisis (2).
- 20
- 25 12. Planta de pirólisis de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizada porque dicha cuarta sección (400), adaptada para realizar el reciclado del residuo bituminoso de dicha destilación fraccionada, comprende además un conducto (40) a través del cual el vapor sobrecalentado procedente de la columna de destilación fraccionada (19) se inserta en la cámara de pirólisis (2), a través de dicho conducto (27).
- 30 13. Método para tratar desechos sólidos y líquidos, caracterizado porque se realiza a través de una planta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dicho método proporciona un tratamiento de pirólisis de dichos residuos sólidos y líquidos, a partir de los cuales se obtiene un gas de síntesis y un residuo inerte, comprendiendo dicho método las etapas de someter a destilación fraccionada los productos de pirólisis, y enviar a un nuevo ciclo de pirólisis los residuos bituminosos de dicha destilación fraccionada, comprendiendo dichos residuos sólidos materiales plásticos y biomásas y que se cargan directamente en la cámara de pirólisis (2) en la que se someten a dicho tratamiento de pirólisis, dichos residuos líquidos que comprenden aceites y grasas usados que se insertan en dicha cámara de pirólisis (2) después de mezclarse con dichos residuos bituminosos procedentes de la destilación fraccionada de los productos de pirólisis.
- 35

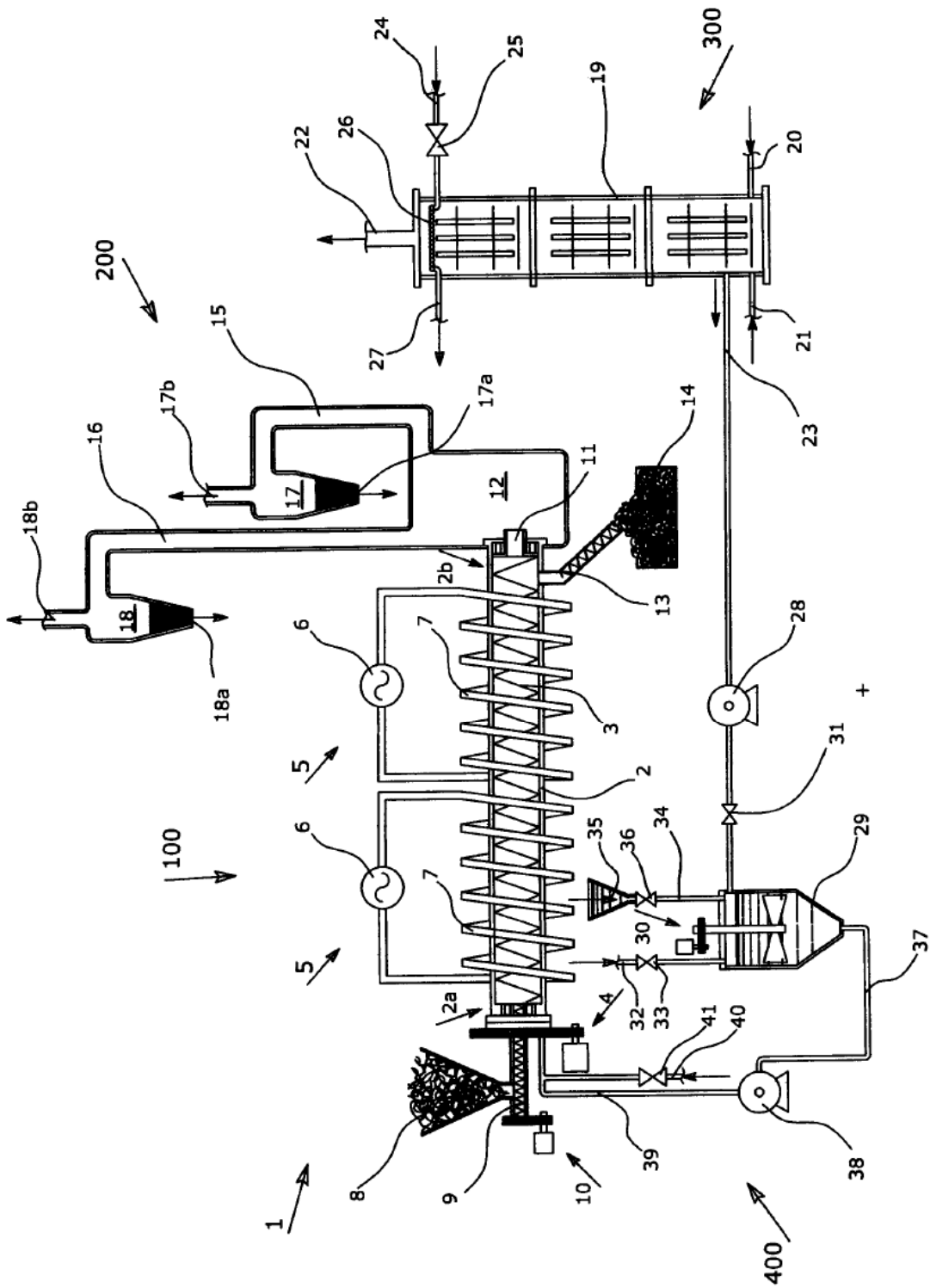


Fig. 1