

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 529**

51 Int. Cl.:

B01J 8/00 (2006.01)

B01D 45/02 (2006.01)

C10G 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2005 PCT/NL2005/000881**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.07.2006 WO06071109**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2005 E 05825946 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 1841519**

54 Título: **Método para pirrólisis/gasificación de biomasa en una planta con dipleg**

30 Prioridad:

31.12.2004 NL 1027932

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

26.06.2020

73 Titular/es:

**BTG BIOLIQUIDS B.V. (100.0%)
Josink Esweg 34
7545 PN Enschede, NL**

72 Inventor/es:

**VENDERBOSCH, ROBERTUS, HENDRICUS;
ASSINK, DAAN y
GANSEKOELE, ELWIN**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 769 529 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 para pirólisis/gasificación de biomasa en una planta con dipleg

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento para la pirólisis/gasificación de la biomasa en una planta que tiene una entrada para una carga de biomasa y que comprende un primer reactor y un segundo reactor en serie con el primer reactor, en el que el primer reactor alimenta el segundo reactor, comprendiendo dicha planta, además, una dipleg.

10 **[0002]** El término dipleg se refiere aquí a un tubo de caída en la que se recoge la materia sólida. Con este fin la materia sólida se introduce en la dipleg en el lado superior. Con el fin de evitar que la materia sólida simplemente fluye hacia fuera, la dipleg está cerrada en el lado inferior. Si se desea, la materia sólida puede ser retirada de la dipleg a través de una salida en el lado inferior. Esta salida se proporciona generalmente en la pared de la dipleg. Aquí se aprovecha el hecho de que la materia sólida en forma de partículas no fluye lejos de lado si esta materia sólida forma pilas como un lecho empaquetado. La materia sólida sólo puede ser retirada de lado de la dipleg si se proporciona un medio de descarga, por ejemplo, un transportador de tornillo, un suministro de fluido tal como gas u otro medio adecuado. Otra posibilidad es la provisión de una válvula, que en el estado cerrado retiene la materia sólida y en la posición abierta permite que la materia sólida fluya lejos verticalmente. Si se proporciona una característica tal, será en general no necesario proporcionar medios de descarga separados.

20 **[0003]** Lo siguiente se referirá a sustancialmente una dipleg en la que la pared de la dipleg está provista de una salida y en la que se requieren medios de descarga separados para facilitar la eliminación de la materia sólida de la dipleg como se desee.

25 **[0004]** La altura de la dipleg, o de la materia sólida en la dipleg, depende de varios factores. Si la materia sólida es para ser retirada de la dipleg a través de la salida con la ayuda de un fluido, por ejemplo gas, la altura de la materia sólida tendrá que ser tal que el gas introducido cerca del lado inferior no levanta la materia sólida. El objeto sólo será para obtener un movimiento de salida de la salida de la dipleg. La altura mínima que habrá que tener la dipleg a fin de evitar que el fluido fluye hacia arriba se determina por la densidad de flujo del material (ρ_s), y la caída de presión ΔP que el gas tiene que superar con el fin de fluir verticalmente hacia arriba. Esta altura está determinada por la siguiente ecuación:

$$H_{min} = \Delta P : (\rho_s \times g) .$$

35 g es la constante de gravitación.

[0005] Una dipleg se utiliza no sólo en los ciclones, pero a menudo también en lechos fluidizados, para la dosificación de la materia sólida y para separar dos espacios uno de otro con respecto a la fase de gas en los dos espacios.

40 **[0006]** Un problema que surge con una dipleg como se mencionó anteriormente es su longitud. Como, en particular, la materia sólida separada del gas en los ciclones tiene una densidad muy baja, la dipleg tiene que tener una longitud considerable. En muchos casos, por lo tanto, la altura máxima de una planta está determinada por la longitud de la(s) dipleg(s).

45 **[0007]** El documento US2003/0143126 da a conocer un recipiente regenerador provisto de medios para partículas de catalizador de suministro, medios para suministrar un gas oxigenado, medios para descargar el catalizador regenerado, medios a los gases de combustión de descarga desde el recipiente y medios para separar el catalizador arrastrado de los gases de combustión, cuyo recipiente también comprende, en uso, una zona de lecho fluidificado de catalizador en su extremo inferior, en el que en la zona de lecho fluidizado una partición que se extiende verticalmente, cuya partición está provista de una o más aberturas, está presente dividiendo la zona de lecho fluidizado en una fase densa de zona de lecho fluidizado y una zona de lecho fluidizado rápidamente, la fase densa de lecho fluidizado de la zona provista de los medios para suministrar catalizadores y la zona de lecho fluidizado rápidamente provista de los medios para suministrar un gas oxigenado en su extremo inferior.

55 **[0008]** US2003/0101850 da a conocer un procedimiento para la fabricación continua de materiales en polvo a partir de materias primas sólidas en forma de polvo en base a la sincronización de alimentación o de carga de las materias primas o reactivos en un tubo que constituye el propio reactor, con la salida del material obtenido a su vez, llevar a cabo la extracción en la parte inferior, todo esto llevándose a cabo de manera continua, es decir, a medida que el material se introduce en el tubo tiene lugar la síntesis y el producto o material resultante se extrae de la reacción sin la necesidad de parar el reactor.

60 **[0009]** FR 2 589 875 describe un procedimiento para el craqueo catalítico en un lecho fluido de un material de alimentación hidrocarbonado sometido a un pre-tratamiento y un aparato que permite que este proceso sea implementado. El pre-tratamiento consiste en poner en contacto al menos parte de la materia prima (en forma vaporizada) y al menos parte de las partículas de catalizador en contacto en un recipiente con un lecho de partículas

sólidas distintas de las partículas de catalizador al mismo tiempo desde arriba hacia abajo o desde abajo hacia arriba, a una temperatura igual sustancialmente a la temperatura que prevalece en la entrada de la zona de reacción catalítica. Al final de una operación de agitación entre al menos las partículas sólidas y dicha parte de la materia prima, esta última, liberada de la mayor parte de los productos residuales, se separa de las partículas sólidas y se transporta con las partículas de catalizador en la zona de reacción.

[0010] US 3,051,629 describe un método de preparación de briquetas de combustible metalúrgico que comprende la carbonización de un carbón que no se aglomera en un estado fluidizado a baja temperatura hasta que se ha producido la evolución sustancialmente completa del alquitrán, con lo que un subproducto carbonizado de partículas se obtiene como un residuo, dicho calentamiento carbón en forma de partículas como una suspensión -en gases calientes a una temperatura elevada por encima de la temperatura de carbonización en la que dicho carbón fue generado a efecto de contracción de dicho subproducto carbonizado, pasar dicho subproducto carbonizado calentado a dicha elevada temperatura como una suspensión en fase diluida a través de una zona de coquización en relación de intercambio de calor con briquetas primas con lo que dichas briquetas son coquizadas, recuperando el subproducto carbonizado de la suspensión de fase diluida enfriada, formando briquetas en bruto de dicho carbón de leña para la transferencia a dicha zona de coque, y la recuperación de briquetas coquificadas desde dicho zona de coque.

[0011] El objeto de la invención es proporcionar un método mejorado para la pirólisis/gasificación de la biomasa.

[0012] Según la invención un método para la pirólisis/gasificación de biomasa se propone de acuerdo con la reivindicación adjunta.

[0013] De acuerdo con la invención, el segundo reactor está provisto de la entrada para la carga de la biomasa, y el ciclón es una primera porción de una primera dipleg que proporciona una entrada para la materia sólida por encima de una segunda porción de la primera dipleg que tiene una salida para la materia sólida en un lado inferior, en el que la dipleg está dotada además de una entrada adicional formada por una transición desde el ciclón a la segunda porción en una posición encima de la salida, en donde dicha salida de la primera dipleg alimenta un tubo ascendente que se conecta al primer reactor, en donde el segundo reactor alimenta el ciclón, y el primer reactor a través de una segunda dipleg que comprende una entrada para la materia sólida a su lado superior y una salida para la materia sólida en su lado inferior a la entrada adicional de la primera dipleg.

[0014] Como se ha mencionado, la entrada adicional de la primera dipleg se proporciona en una posición por encima de la salida de la dipleg. De esta manera la materia sólida suministrada a través de la entrada en el lado superior de la dipleg se combina con la materia sólida adicional según sea necesario. De esta manera la densidad de la combinación de la materia sólida y la materia sólida adicional se puede ajustar según sea necesario. Para este fin, la materia sólida adicional puede tener una densidad diferente en comparación con la materia sólida suministrada a través de la parte superior, y puede ser suministrada en una cantidad a fin de lograr la combinación de la materia sólida y la materia sólida adicional a un valor de preferencia.

[0015] Si la materia sólida adicional tiene una densidad mayor que la materia sólida, la combinación de la materia sólida y la materia sólida adicional tendrá una densidad mayor en comparación con la densidad de sólo la materia sólida. En comparación con el uso de solamente la materia sólida, la altura mínima de la dipleg sumergida entonces puede ser reducida.

[0016] Esto hace que sea posible en todo momento hacer un uso óptimo de la dipleg, con independencia del tipo de materia sólida suministrada a través de la parte superior.

[0017] Inesperadamente, se ha demostrado que el comportamiento de flujo de la materia sólida también se puede mejorar de una manera muy positiva mediante el suministro como materia sólida adicional de un material cuyo diámetro difiere del de la materia sólida. Especialmente si la materia sólida suministrada a través de la parte superior es de muy pequeña dimensión, por ejemplo cenizas volantes, la materia sólida adicional que debe suministrarse es ventajosamente un material cuyo diámetro es más grande y/o cuya densidad es superior. Esto mejora el comportamiento de flujo de la combinación de la materia sólida y la materia sólida adicional en la salida considerablemente.

[0018] La materia sólida separada en un ciclón de una mezcla suministrada de la materia gaseosa y sólida se recoge de este modo en la dipleg. La dipleg, como se usa en el método según la invención puede ser operado de manera más fiable que la dipleg usual. El ciclón también se beneficiará de una mayor seguridad de funcionamiento. Puesto que la altura de la dipleg será menor que la de la dipleg usual de la técnica anterior, el ciclón puede estar situado a una altura inferior. En consecuencia, será más corta la distancia a recorrer por la mezcla de gas y la materia sólida que se suministra al ciclón para la separación. Esto aumentará la seguridad de funcionamiento del ciclón más.

[0019] Es posible que la salida de la dipleg comprende un dispositivo de cierre. Tal dispositivo de un cierre puede, por ejemplo, consistir en una válvula. Ejemplos son dispositivos de cierre o "bloqueos", en donde la materia sólida se sopla lejos por medio de una corriente de gas, como por ejemplo una válvula L, una válvula V o un recipiente de sellado denominado. En el último caso se utiliza una válvula de lecho fluido. Véase, por ejemplo, D. Kunii y O. Levenspiel,

1991, Fluidization Engineering, 2ª edición, Butterworth-Heinemann.

5 [0020] La dipleg puede comprender un medio de descarga para descargar la materia sólida a través de la salida de la dipleg. Tales medios de salida pueden ser, por ejemplo, un transportador de tornillo, un suministro de fluido tal como gas, una cinta transportadora o cadena provista de un elemento de retención, o similar. Esto asegura que la materia sólida en la dipleg se descargue adecuadamente.

10 [0021] La dipleg se alimenta con la materia sólida liberada durante la conversión de la biomasa y que comprende una gran proporción de carbono. El carbono se puede mezclar con la materia sólida que se utiliza para la conversión de la biomasa. La combustión del carbono calentará la materia sólida, preferiblemente a una temperatura que basta para efectuar la conversión de la biomasa.

[0022] En la presente memoria por debajo de la invención se aclarará adicionalmente por medio de varias figuras.

15 Fig. 1 muestra una vista en sección transversal esquemática de una dipleg
 Fig. 2 muestra una vista en sección transversal esquemática de una dipleg de acuerdo con la técnica anterior.
 Fig. 3 muestra una vista en sección transversal esquemática de una dipleg tal como se utiliza en un método de acuerdo con la invención.
 20 Fig. 4 muestra un diagrama de flujo esquemático de una planta para la conversión de materia orgánica, por ejemplo, biomasa.

[0023] Fig. 1 muestra una dipleg 1. La dipleg 1 se compone de una primera parte 2 y una segunda parte 3. Una entrada 4 para la dipleg 1 está provista en el lado superior de la primera parte 2. A través de esta entrada 4, se proporciona materia sólida 10. Esta materia sólida 10 puede, por ejemplo, provenir de un ciclón.

25 [0024] La segunda parte 3 se encuentra debajo de la primera parte 2 y en su dirección extendida. Cuando la materia sólida 10 que se introduce por la entrada 4 en la primera porción 2 se mueve hacia abajo, llegará en la segunda parte 3.

30 [0025] La transición desde la primera parte 2 a la segunda parte 3 es, como se muestra en la Fig. 1, formada por una entrada adicional 9. A través de esta entrada adicional 9, cuya forma no está limitada a la mostrada en la Fig. 1, se introduce la materia sólida adicional 11. La combinación de la materia sólida 10 y la materia sólida adicional 11 será transportada hacia abajo a través de la segunda parte 3 de la dipleg 1. En el lado inferior 7 de la segunda parte 3 de la dipleg 1, la combinación de la materia sólida 10 y la materia sólida adicional 11 se retira a través de la salida 6 de la dipleg. Esta eliminación sólo será posible si se proporcionan medios de descarga 8. En la Fig. 8 se proporciona una entrada de fluido, por ejemplo, entrada de un gas 8, que realiza la eliminación de la combinación de la materia sólida 10 y la materia sólida adicional 11 de la dipleg. La eliminación de esta combinación de la materia sólida 10 y la materia sólida adicional 11 desde el extremo inferior de la segunda parte 3 hace que la materia sólida 10 y la materia sólida adicional 11 en la dipleg se muevan hacia abajo. En el curso de este movimiento hacia abajo de la materia sólida 10 se mezclará con o se convertirá en combinación con la materia sólida adicional 11 en la segunda parte 3 de la dipleg 1.

45 [0026] Si, a través de los medios de descarga 8, se introduce gas en la parte inferior de la dipleg 1, el gas (o parte de él) puede moverse hacia arriba a través de la segunda parte 3 de la dipleg 1. A fin de evitar esto, el peso de la materia sólida 10 y la materia sólida adicional 11 debe ser tal que la caída de presión sobre la altura H del material en la dipleg 1 es mayor que la diferencia de presión en el gas de entrada 8 y la descarga del lecho de materia sólida a través de la descarga 6 (y posteriormente a un segundo sistema de reacción opcional) en la dipleg 1. Si la materia sólida 10 tiene una baja densidad, la altura H necesita ser muy grande. Según la invención, esta altura H puede reducirse si, como materia sólida adicional 11, un material se suministra cuya densidad es mayor que la de la materia sólida 10. A diferencia de una dipleg en donde no se proporciona una entrada 9 para la materia sólida adicional 11, puede ser reducida la altura H y por lo tanto también la altura de la dipleg 1, por tanto.

50 [0027] Fig. 2 muestra una dipleg 1 junto con un ciclón, de acuerdo con la técnica anterior. La dipleg 1 se compone de un tubo, tubo que está en el lado inferior, en una pared lateral, provista de una válvula 13. Esto puede ser una válvula del tipo que se abre por sí mismo cuando la presión estática de la materia sólida es suficientemente alta. Aunque no se muestran medios de descarga 8, en la práctica generalmente estarán presentes. La descarga de la materia sólida se indica esquemáticamente con la flecha S.

60 [0028] La operación del ciclón 12 en la Fig. 2 no difiere de la operación habitual de un ciclón.

[0029] El material separado en un ciclón de una mezcla de gas es en general relativamente pequeño y muy ligero. Es precisamente la materia sólida muy pequeña y ligera separada en un ciclón que es susceptible de causar obstrucción en una dipleg. Tales obstrucciones se producen en la propia dipleg, así como en su salida. Cuando tales obstrucciones ocurren en la práctica, el funcionamiento de un ciclón tiene que ser detenido. Naturalmente, esto causa muchos problemas.

[0030] Fig. 3 muestra una dipleg, como se usa en el método según la invención. La dipleg 1 comprende una primera parte, en este caso formado por el ciclón 12. La entrada adicional 9 se proporciona cerca de la salida de materia sólida del ciclón 12. La materia sólida separada en el ciclón entrará en la dipleg 1 directamente de la salida 14 del ciclón 12. La materia sólida adicional se introduce en la dipleg 1 a través de la entrada adicional 9.

[0031] La planta mostrada en la Fig. 3 se puede hacer funcionar de diferentes maneras. La materia sólida desde el ciclón se recogerá en la dipleg 1. También se recogerá en la dipleg 1 adicional materia sólida 11 introducida a través de la entrada adicional 9. Esta combinación puede, en su mayor parte, llenar la dipleg 1. En general, la altura será tal que el gas que se introduce a través de la entrada de fluido 8, será incapaz de escapar hacia arriba a través de la dipleg 1. Cuando se introduce gas a través de la entrada de fluido 8, la combinación de la materia sólida y la materia sólida adicional se elimina de la dipleg 1 vía la salida 6.

[0032] Es posible realizar un suministro continuo de gas a través de los medios de descarga 8, de tal manera que hay una eliminación continua de material de la dipleg 1 a través de la salida 6. Si el suministro de la materia sólida del ciclón no es suficiente para mantener una altura H adecuada para el lecho en la dipleg 1, la materia sólida adicional puede ser suministrada a través de la entrada adicional 9 en la dipleg 1. Esto evitará que la materia en la dipleg 1 se salga hacia arriba por la presión del gas a través de los medios de descarga 8. En principio, el sistema funciona incluso sin el suministro de la materia sólida 10, con la ventaja de que siempre hay un bloqueo.

[0033] Una ventaja particular de la configuración como se muestra en la Fig. 3, se materializa en la posibilidad de separar una sustancia sólida combustible de la mezcla de gas suministrado al ciclón, que se recoge en la dipleg 1. Esta sustancia combustible sólida se puede combinar, por ejemplo, con un material inerte o con un material combustible, en este caso formado por la materia sólida adicional suministrada a través de la entrada adicional 9. Si a través de los medios de descarga se suministra un gas reactivo 8, por ejemplo oxígeno, la sustancia sólida combustible puede ser reaccionada, opcionalmente junto con la materia sólida adicional combustible. También son posibles otros ejemplos de aplicaciones, por supuesto.

[0034] Una planta para la ejecución de un método para la pirólisis/gasificación de biomasa de acuerdo con la invención se muestra en la Fig. 4. La Fig. 4 muestra una planta para la pirólisis/gasificación de la biomasa. La biomasa BM se añade a un reactor 16. Durante la pirólisis/gasificación, se forman gases condensables y no condensables, así como de carbono. A través de la salida del reactor 19 los gases así formados se descargan del reactor 16 junto con una porción de las partículas inertes y el carbono producido. Aparte de la biomasa suministrado y el carbono producido, el reactor 16 contiene una gran parte de material inerte que funciona como portador de calor. Esto puede ser, por ejemplo, arena o un material catalíticamente activo. Como ya se mencionó, la mezcla de gas desde el reactor 16 es a través de los gases de escape 19 se alimenta a un ciclón 12. En el ciclón 12, el gas se separa de las partículas sólidas arrastradas, que incluyen arena y carbono. Esta materia sólida se recoge en la dipleg 1 bajo el ciclón 12. En la forma usual, dicha materia sólida posteriormente se devuelve al reactor 15 a través de un tubo de subida 17, donde el carbono se quema con el fin de calentar el portador de calor inerte presente en el reactor 15. Este portador de calor inerte desde el reactor 15 se devuelve posteriormente al reactor 16 donde realiza la pirólisis/gasificación de la biomasa. Con el fin de mejorar el procedimiento, el portador de calor inerte del reactor 15 se alimenta como materia sólida adicional a la dipleg 1. Independientemente de la cantidad de materia sólida alimentada desde el reactor 16 a través de la salida 19 en la dipleg 1, ahora es posible, por ejemplo, descargar continuamente la materia a partir de la dipleg 1 a través del tubo ascendente 17 al reactor 15, lo que mejora en gran medida la fiabilidad de funcionamiento.

[0035] Además, es posible, por ejemplo, a través de una dipleg colocada debajo del reactor 16, y que se alimenta directamente de la cámara del reactor, alimentar, a través del tubo de subida 17, el portador de calor inerte al reactor 15.

[0036] En su lado inferior, el tubo de subida 17 puede comprender una entrada de aire. Este aire asegurará que el carbono suministrado desde fuera de la dipleg se quema adecuadamente en el reactor 15.

[0037] Por supuesto, es posible suministrar aire que tiene un mayor contenido de oxígeno como gas en la parte inferior del tubo de subida 17. También es posible suministrar cualquier combinación deseada de oxígeno con gas inerte o gas reactivo, u opcionalmente oxígeno puro.

[0038] El suministro de material inerte desde el reactor 15 a la entrada adicional 9 se puede realizar, por ejemplo, por medio de una dipleg 18. Esto puede ser una dipleg estándar 18 o, posiblemente, un componente de la dipleg según la invención.

[0039] La velocidad de flujo de las corrientes de materia sólida puede ser regulada simplemente por válvulas que se utilizan comúnmente en la técnica.

[0040] La invención no está limitada a las realizaciones anteriormente dadas. La invención sólo está limitada por las reivindicaciones adjuntas.

[0041] Principalmente, no es necesario para la entrada adicional 9 que se encuentra en la posición a medio camino

entre el lado superior 5 de la dipleg 1 y su lado inferior 7, como se muestra en la Fig. 1. La entrada adicional 9 para la materia sólida puede, por ejemplo, estar situada en la misma altura que el lado superior 5 de la dipleg 1. Esto es especialmente conveniente si la densidad del material en la dipleg 1 se ha de ajustar con la materia sólida adicional. Además, la entrada adicional 9 para la materia sólida puede, por ejemplo, estar situada de modo que esté en comunicación directa con la salida 6 de la dipleg 1. El posicionamiento de la entrada adicional 9 se determinará sólo por las condiciones del proceso y la aplicabilidad en la planta en su conjunto.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la pirólisis/gasificación de la biomasa en una planta que comprende un primer reactor (15), un segundo reactor (16) en serie con el primer reactor (15), en donde el primer reactor (15) alimenta el segundo reactor (16), dicha planta comprende además un ciclón (12), **caracterizado porque** el ciclón (12) es una primera porción de una primera dipleg (1) y proporciona una entrada para la materia sólida por encima de una segunda porción (3) de la primera dipleg con una salida para la materia sólida a un lado inferior, en donde la dipleg (1) se proporciona además con una entrada adicional (9) formada por una transición desde el ciclón (12) a la segunda porción en una posición encima de la salida, y se añade que la biomasa (BM) al segundo reactor (16) en donde la pirólisis/gasificación se lleva a cabo y los gases condensables y no condensables, así como de carbono, están formados, en donde a través de una salida (19) del segundo reactor (16), los gases formados de este modo se descargan junto con una porción de partículas inertes y el carbono producido al ciclón (12), y en donde aparte de la biomasa suministrada y el carbono producido, dicho segundo reactor (16) contiene una gran parte de material inerte que funciona como material portador de calor, y que en el ciclón (12) el gas es separado de partículas sólidas arrastradas, que incluyen arena y carbono, y dicha materia sólida se recoge en la primera dipleg (1) y dicha materia sólida posteriormente pasa a través de una línea de alimentación a un tubo ascendente (17), y a través de este tubo ascendente (17) vuelve al primer reactor (15), donde el dicho carbono se quema con el fin de calentar un portador de calor inerte presente en el primer reactor (15), cuyo portador de calor inerte se devuelve posteriormente desde el primer reactor (15) al segundo reactor (16) en donde se realiza la pirólisis/gasificación de la biomasa, y en donde el portador de calor inerte desde el primer reactor (15) se alimenta a través de una segunda dipleg (18) que tiene una entrada para la materia sólida en su lado superior y una salida para la materia sólida en su lado inferior como materia sólida adicional para la entrada adicional (9) de la primera dipleg (1).

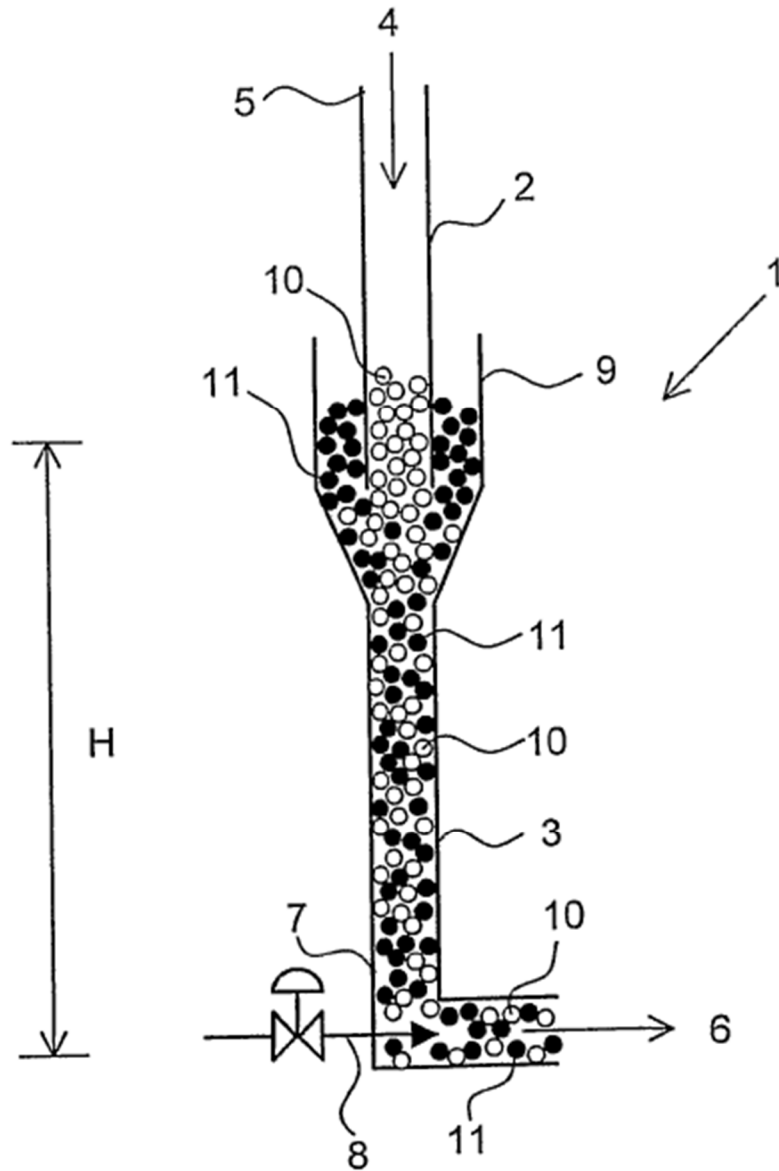


Fig. 1

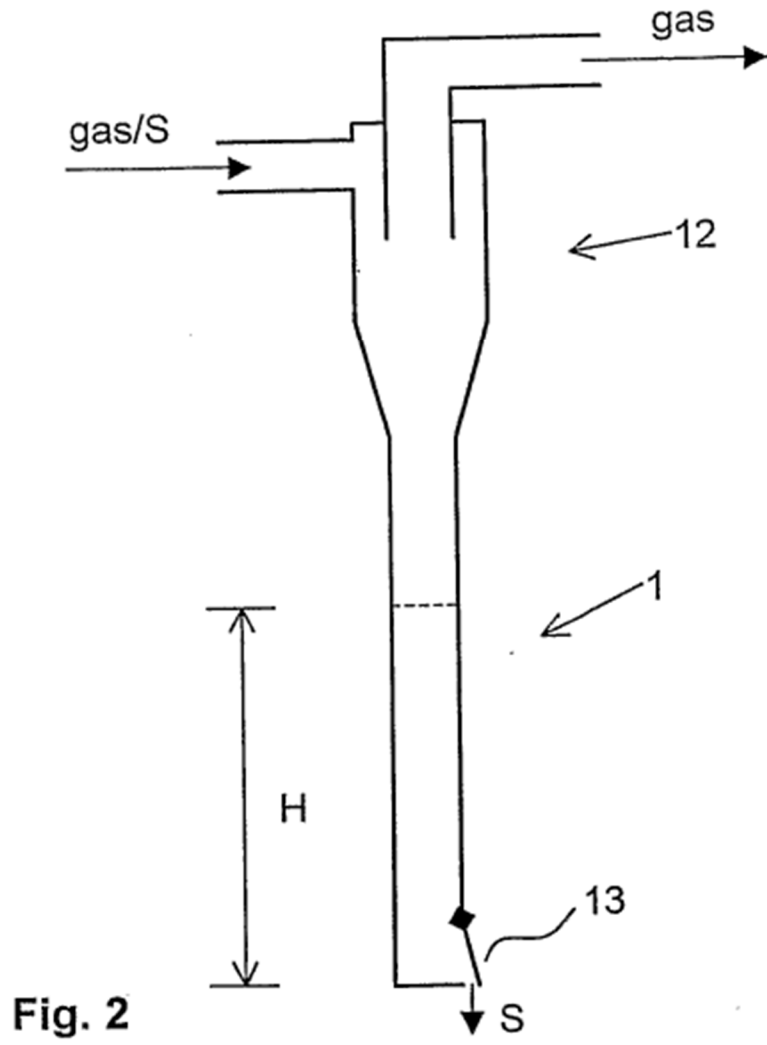


Fig. 2

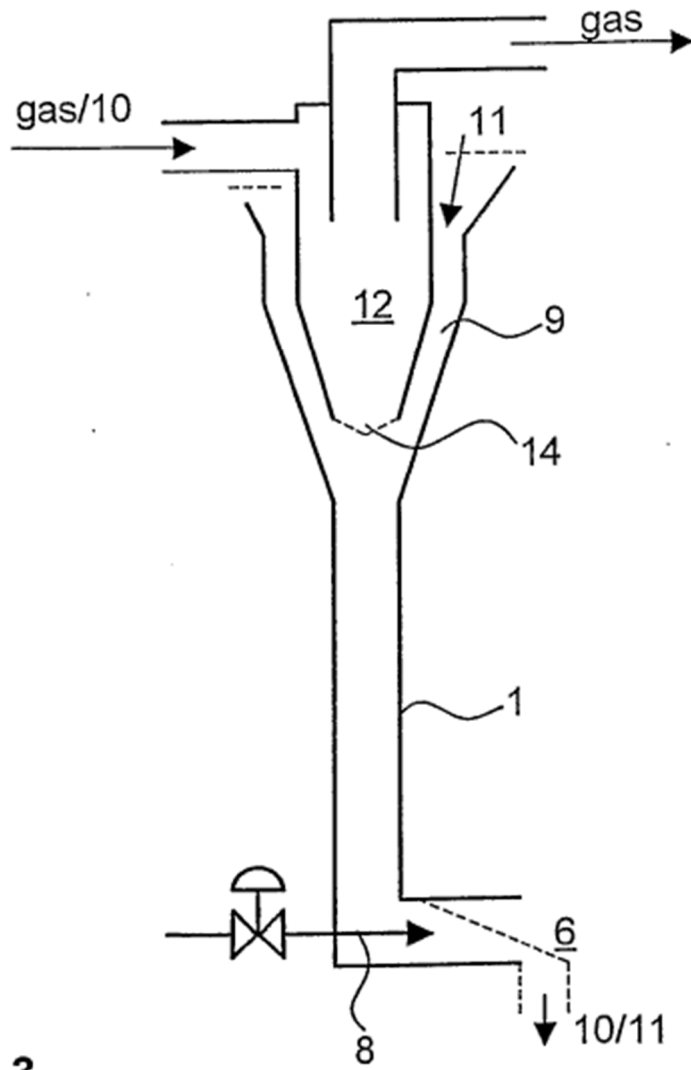


Fig. 3

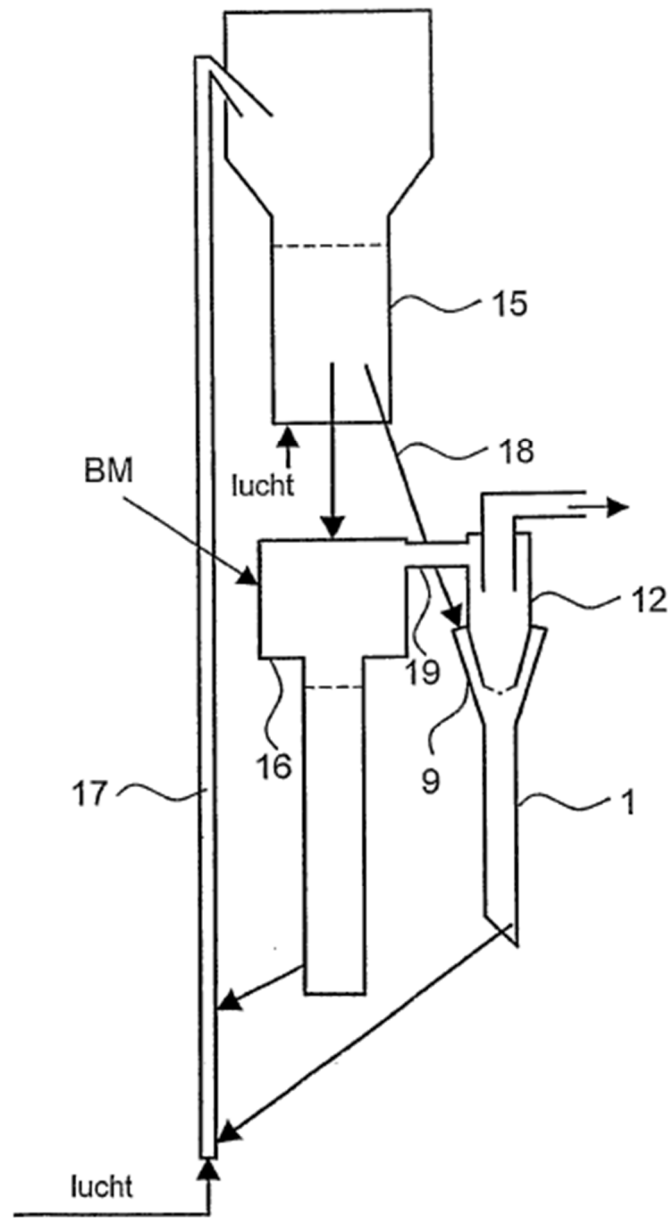


Fig. 4