

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 878**

51 Int. Cl.:

C10B 53/02 (2006.01)

C10B 49/22 (2006.01)

C10C 5/00 (2006.01)

C10K 1/04 (2006.01)

F23C 10/00 (2006.01)

F04C 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2013** E 13156492 (4)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016** EP 2631280

54 Título: **Procedimiento y aparato para la producción de un líquido mediante pirolisis**

30 Prioridad:

24.02.2012 FI 20125210

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

08.06.2017

73 Titular/es:

VALMET TECHNOLOGIES OY (50.0%)

Keilasatama 5

02150 Espoo, FI y

TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY

(50.0%)

72 Inventor/es:

RATINEN, SAMPO;

LEHTO, JANI;

ANTTILA, MIKKO;

HILLI, TUOMO;

ONARHEIM, KRISTIN;

HIRVONEN, ISMO;

SOLANTAUSTA, YRJÖ y

RAIKO, MARKKU

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Luis Alfonso

ES 2 615 878 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

Procedimiento y aparato para la producción de un líquido mediante pirolisis

5 **SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCION**

La invención se refiere a un procedimiento y a un aparato para producir un líquido mediante pirolisis.

10 **ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

10 A partir de la técnica anterior se conoce la producción de un combustible líquido de pirolisis por medio de la pirolisis de diversas materias primas. Además, es conocida la denominada pirolisis rápida.

15 El problema de la producción de un líquido mediante pirolisis es que la humedad en el combustible líquido de pirolisis, en particular el producido a partir de residuos de explotación forestal o de otras materias primas basadas en productos biológicos es a menudo elevada, lo que reduce el poder calorífico del producto y asimismo aumenta los costes de producción por unidad térmica. La humedad en el líquido de la pirolisis se puede reducir mediante el secado de la primera materia, lo que no siempre es efectivo a efectos de costes. Otro problema del producto producido mediante pirolisis, además de la humedad, es las impurezas que contiene. Un problema adicional en la producción de un líquido mediante pirolisis, es que se utiliza un compresor para hacer circular un gas en el proceso de pirolisis, requiriendo dicho compresor un gas muy puro para poder trabajar.

20 A partir de la Patente DE 3602555 se conoce un procedimiento y un aparato para producir un líquido mediante pirolisis. A partir de la referencia de Y. Solantausta y otros, "Producción de bio-aceite a partir de biomasa: etapas hacia su presentación" (Bio-oil Production from Biomass: Steps toward Demonstration), Energy & Fuels (Energía y combustibles), vol. 26, nº 1, 19 de Enero de 2012, páginas 233 - 240, se conoce un procedimiento y un proceso para la producción de bio-aceite a partir de biomasa.

30 **OBJETIVO DE LA INVENCION**

30 El objetivo de la invención es dar a conocer un nuevo tipo de procedimiento y un aparato para la producción de un líquido mediante pirolisis. Otro objetivo de la invención es mejorar la calidad del gas de circulación que circula en relación con la pirolisis.

35 **CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION**

El proceso y el aparato según la invención se caracterizan por lo que ha sido expuesto en las reivindicaciones.

40 La invención está basada en un procedimiento para la producción de un líquido mediante pirolisis, en la que el líquido de la pirolisis se forma por medio de la pirolisis de una primera materia, mediante la formación en un reactor de pirolisis, que puede ser un reactor de lecho fluidizado, de un producto gaseoso de pirolisis mediante pirolisis. El producto gaseoso de la pirolisis se condensa en un condensador en forma de líquido de pirolisis, y un gas de circulación es alimentado al interior del reactor de la pirolisis. La circulación del gas de circulación la proporciona de manera convencional un compresor o similar. De acuerdo con la invención, el gas de circulación es conducido por medio de un compresor de anillo líquido al interior del reactor de pirolisis y es depurado antes de ser conducido al interior del reactor de pirolisis, y el líquido de la pirolisis es utilizado como la capa líquida en el compresor de anillo líquido.

50 Además, la invención está basada en un aparato para la producción de un líquido mediante pirolisis, incluyendo dicho aparato por lo menos un reactor de pirolisis que puede ser un reactor de lecho fluidizado. En el reactor de pirolisis se forma un producto gaseoso de pirolisis mediante la pirolisis de una primera materia. Adicionalmente, el aparato incluye medios de alimentación de la primera materia para alimentar dicha primera materia al interior del reactor de pirolisis, y un condensador, en el que el producto gaseoso de la pirolisis es condensado en forma de líquido de pirolisis, y medios de alimentación de gas para alimentar la circulación de gas en el interior del reactor de pirolisis y medios de circulación del gas para hacer circular el gas de circulación procedente del condensador en el interior del reactor de pirolisis. Según la invención, el aparato incluye un compresor de anillo líquido para conducir el gas de circulación al interior del reactor de pirolisis desde el condensador y depurar simultáneamente dicho gas de circulación, y el aparato incluye medios para hacer circular el líquido del compresor para conducir el líquido de la pirolisis utilizado como la capa líquida en el compresor del anillo líquido desde el condensador al compresor de anillo líquido y desde el compresor de anillo líquido de nuevo al condensador.

60 Concretamente, la invención se basa en la mejora de la calidad del gas de circulación y de este modo también en la mejora de la calidad del líquido de la pirolisis. La mejora de la calidad según la invención la proporciona la depuración del gas de circulación. Según la invención el compresor convencional es sustituido por un compresor de anillo líquido, en el que el líquido de la pirolisis es utilizado específicamente como el líquido de trabajo, con lo cual el gas de circulación puede ser depurado mientras está circulando. Otra ventaja de la utilización del compresor de

anillo líquido es que no es necesario que el gas de circulación sea puro cuando entra en el compresor, por el contrario, el gas es depurado cuando es forzado a circular a través de la capa de líquido del compresor de anillo líquido.

5 Con respecto a esta invención, se puede utilizar cualquier tipo de compresor conocido de anillo líquido. En el compresor de anillo líquido, el gas es puesto en contacto con el líquido de la capa líquida.

10 En una realización de la invención, el gas de circulación es depurado al estar dispuesto para circular a través de la capa líquida del compresor de anillo líquido. En una realización preferente, el compresor de anillo líquido puede ser utilizado asimismo para enfriar, al menos parcialmente, el gas de circulación.

15 El gas de circulación incluye, a menudo, componentes de tipo aerosol como impurezas que perjudican la fiabilidad de los dispositivos incluidos en el sistema de circulación del gas, por ejemplo obstruyendo los dispositivos, y pueden pasar al interior del producto de la pirolisis. En una realización, el gas de circulación es depurado eliminando específicamente los componentes de tipo aerosol mediante el compresor de anillo líquido. El procedimiento y el aparato según la invención permiten asimismo la eliminación de otras impurezas del gas de circulación.

20 Preferentemente, el líquido de la pirolisis ya condensado en el aparato, es utilizado como la capa líquida en el compresor de anillo líquido mediante la circulación de, por lo menos, una parte del mismo a través del compresor de anillo líquido como la capa líquida del compresor. En una realización preferente, el líquido de la pirolisis utilizado como la capa de líquido circula desde el condensador al compresor de anillo líquido y desde el compresor de anillo líquido de nuevo al condensador. En una realización, el líquido de la pirolisis utilizado como la capa de líquido es conducido a un dispositivo de lavado por circulación o "scrubber", y a través del mismo de nuevo al condensador. Preferentemente, el líquido de la pirolisis utilizado como la capa de líquido es depurado, por ejemplo mediante destilación antes de ser conducido de nuevo al condensador. En una realización, el líquido de la pirolisis que debe ser circulado, es enfriado antes de ser conducido de nuevo al interior del condensador.

25 En una realización, se puede utilizar cualquier tipo de líquido de pirolisis adecuado para el objetivo de la utilización como la capa de líquido del compresor de anillo líquido.

30 En una realización de la invención, el gas de circulación es enfriado antes de ser conducido al interior del reactor de pirolisis y, el líquido, preferentemente agua, condensada durante el enfriamiento es eliminada del gas de circulación. De este modo, el contenido en agua del líquido de la pirolisis producida puede ser reducido debido a que la humedad en el gas de circulación en el reactor de pirolisis es menor. El enfriamiento puede estar dispuesto de muchas maneras diferentes, por ejemplo, por medio de un intercambiador de calor o de un dispositivo de enfriamiento similar. En una realización, el enfriamiento se lleva a cabo, por lo menos parcialmente, en el compresor de anillo líquido. En una realización, el enfriamiento está dispuesto por medio del compresor de anillo líquido para proporcionar un enfriamiento suficiente tal como el requerido por la aplicación. El agua condensada durante el enfriamiento puede ser eliminada de maneras conocidas "per se".

35 En una realización de la invención, el aparato incluye por lo menos un primer dispositivo de enfriamiento para enfriar el gas de circulación después del compresor de anillo líquido y antes de conducir el gas de circulación al interior del reactor de la pirolisis. La fiabilidad del dispositivo de enfriamiento está asegurada por medio de la depuración del gas de circulación mediante el compresor de anillo líquido. El gas de circulación es enfriado por medio del dispositivo de enfriamiento, preferentemente de modo que haga que el gas de circulación se condense, en cuyo caso el agua puede ser eliminada del gas de circulación. El dispositivo de enfriamiento utilizado puede ser un intercambiador de calor, un condensador u otro dispositivo de enfriamiento adecuado para el objetivo de la utilización.

40 Según la invención, el aparato incluye medios para hacer circular el líquido del compresor para conducir el líquido de la pirolisis utilizado como la capa de líquido del compresor de anillo líquido desde el condensador hasta el compresor de anillo líquido y desde el compresor de anillo líquido de nuevo al condensador.

45 En una realización de la invención, el aparato incluye, por lo menos, un segundo dispositivo de enfriamiento para enfriar el líquido de la pirolisis que se ha hecho circular antes de conducirlo de nuevo al condensador.

50 En el procedimiento y el aparato según la invención, en el reactor de pirolisis se puede utilizar cualquier materia prima adecuada, por ejemplo una materia prima basada en productos biológicos, tal como residuos de explotación forestal, turba, u otra biomasa adecuada y diferentes mezclas de las mismas.

55 La invención proporciona un gas de circulación depurado para ser utilizado en un proceso de pirolisis. En particular, la invención permite la eliminación de componentes de tipo aerosol del gas de circulación. Gracias a la invención, la fiabilidad del aparato de pirolisis puede ser mejorada para una producción continua de líquido de pirolisis. Por ejemplo, se reduce el riesgo de obstrucción en los dispositivos del sistema de circulación del gas en el aparato cuando el gas de circulación puede ser depurado. Además, gracias a la invención, no son necesarios dispositivos independientes para la depuración del gas de circulación, con lo que se reduce el número de dispositivos y por tanto los costes del dispositivo.

La invención da a conocer un procedimiento y un aparato que industrialmente es fácil y económico de aplicar en muchas aplicaciones diferentes de la pirolisis.

5 LISTA DE FIGURAS

La figura 1 muestra un aparato según la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

10 A continuación se describirá la invención mediante ejemplos detallados de sus realizaciones haciendo referencia a la figura 1 adjunta.

Ejemplo 1

15 El aparato incluye un reactor de pirolisis -1-, en esta realización un reactor de lecho fluidizado. En el reactor de pirolisis, se forma un producto gaseoso -2- de la pirolisis mediante la pirolisis de una primera materia basada en residuos de explotación forestal. La primera materia de los residuos de explotación forestal es alimentada mediante unos medios de alimentación -3- de la primera materia al interior del reactor de pirolisis. Además, el aparato incluye un condensador -4- en el que el producto gaseoso -2- de la pirolisis es condensado en forma de un líquido de pirolisis -5-, -5a-.

25 Además, el aparato incluye un compresor de anillo líquido -6- para conducir el gas de circulación -7- al interior del reactor de pirolisis -1- desde el condensador -4- y depurar al mismo tiempo el gas de circulación, por ejemplo, de los componentes de tipo aerosol o de otras impurezas. Además, el aparato incluye medios de alimentación del gas (no mostrados en la figura) para alimentar el gas de circulación -7- depurado al interior del reactor de pirolisis -1-. El líquido de pirolisis condensado -5a- es utilizado como la capa de líquido en el compresor de anillo líquido -6- y es alimentado desde el condensador -4- al compresor de anillo líquido -6-. Desde el compresor de anillo líquido -6-, el líquido de pirolisis -5a- es devuelto a un dispositivo de lavado por circulación o "scrubber" -8- y devuelto al condensador -4- o a la recuperación del líquido de pirolisis. En el dispositivo de lavado por circulación o "scrubber" -8-, se eliminan las impurezas del líquido de pirolisis tales como los componentes de tipo aerosol u otras impurezas. En conexión con el dispositivo de lavado por circulación, el líquido de pirolisis es enfriado por medio de un dispositivo de enfriamiento antes de ser conducido al interior del condensador. El dispositivo de lavado por circulación utilizado puede ser cualquier tipo de sistema conocido "per se", incluyendo cualesquiera dispositivos que lo acompañen.

35 Además, el aparato incluye un intercambiador de calor -9- utilizado como un dispositivo de enfriamiento para enfriar el gas de circulación antes de que sea conducido al interior del reactor de pirolisis -1-, de modo que se puede reducir simultáneamente el contenido de humedad del gas de circulación.

40 Inesperadamente, en las pruebas de funcionamiento llevadas a cabo se halló que los líquidos de pirolisis funcionan de una manera particularmente correcta como la capa líquida del compresor de anillo líquido, debido a que, por ejemplo, los componentes de tipo aerosol pueden adherirse correctamente al líquido de la pirolisis.

45 El procedimiento y el aparato según la invención son aplicables a diferentes realizaciones para su utilización en las muy diferentes aplicaciones de la pirolisis.

50 La invención no está limitada meramente a los ejemplos referidos anteriormente; por el contrario, son posibles muchas variaciones dentro del alcance de la idea inventiva definida por medio de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para producir un líquido mediante pirolisis, en el que el líquido de la pirolisis está formado mediante pirolisis a partir de una primera materia por medio de la formación de un producto de pirolisis gaseoso mediante pirolisis en un reactor de pirolisis, y condensando dicho producto en un líquido de pirolisis en un condensador y alimentando un gas de circulación en el interior del reactor de pirolisis,
- en el que
- 10 el gas de circulación es conducido por medio de un compresor de anillo líquido al interior del reactor de pirolisis y es depurado antes de ser conducido al interior de dicho reactor de pirolisis, **caracterizado porque** el líquido de la pirolisis es utilizado como la capa de líquido en el compresor de anillo líquido.
- 15 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el gas de circulación es depurado al disponerlo para que circule a través de la capa líquida del compresor de anillo líquido.
- 20 3. Procedimiento, según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el líquido de la pirolisis a utilizar como la capa de líquido circula desde el condensador al compresor de anillo líquido y desde el compresor de anillo líquido de nuevo al condensador.
- 25 4. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el líquido de pirolisis que se hace circular es enfriado antes de ser conducido de nuevo al interior del condensador.
5. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el gas de circulación es enfriado antes de ser conducido al interior del reactor de la pirolisis y el líquido condensado durante el enfriamiento es eliminado del gas de circulación.
- 30 6. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** los componentes de tipo aerosol son eliminados del gas de circulación.
- 35 7. Aparato para producir un líquido mediante pirolisis, incluyendo el aparato por lo menos un reactor de pirolisis, en el que se forma un producto de pirolisis gaseoso mediante la pirolisis de una primera materia, medios de alimentación de la primera materia para alimentar dicha primera materia al interior del reactor de pirolisis y un condensador, en el que el producto de pirolisis gaseoso es condensado en un líquido de pirolisis, y medios de alimentación del gas para alimentar la circulación del gas al interior del reactor de pirolisis y medios para hacer circular el gas de circulación desde el condensador al interior del reactor de pirolisis incluyendo el aparato un compresor de anillo líquido para conducir el gas de circulación al interior del reactor de pirolisis desde el condensador y para depurar el gas de circulación, **caracterizado porque** el aparato incluye medios de circulación del líquido del compresor para conducir el líquido de pirolisis utilizado como la capa líquida del compresor de anillo líquido al compresor de anillo líquido desde el condensador y de nuevo al condensador desde el compresor de anillo líquido.
- 40 8. Aparato, según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el aparato incluye, por lo menos, un primer dispositivo de enfriamiento para enfriar el gas de circulación antes de ser conducido al interior del reactor de pirolisis.
- 45 9. Aparato, según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** el aparato incluye por lo menos un segundo dispositivo de enfriamiento para enfriar el líquido de pirolisis que ha circulado antes de ser conducido de nuevo al interior del condensador.

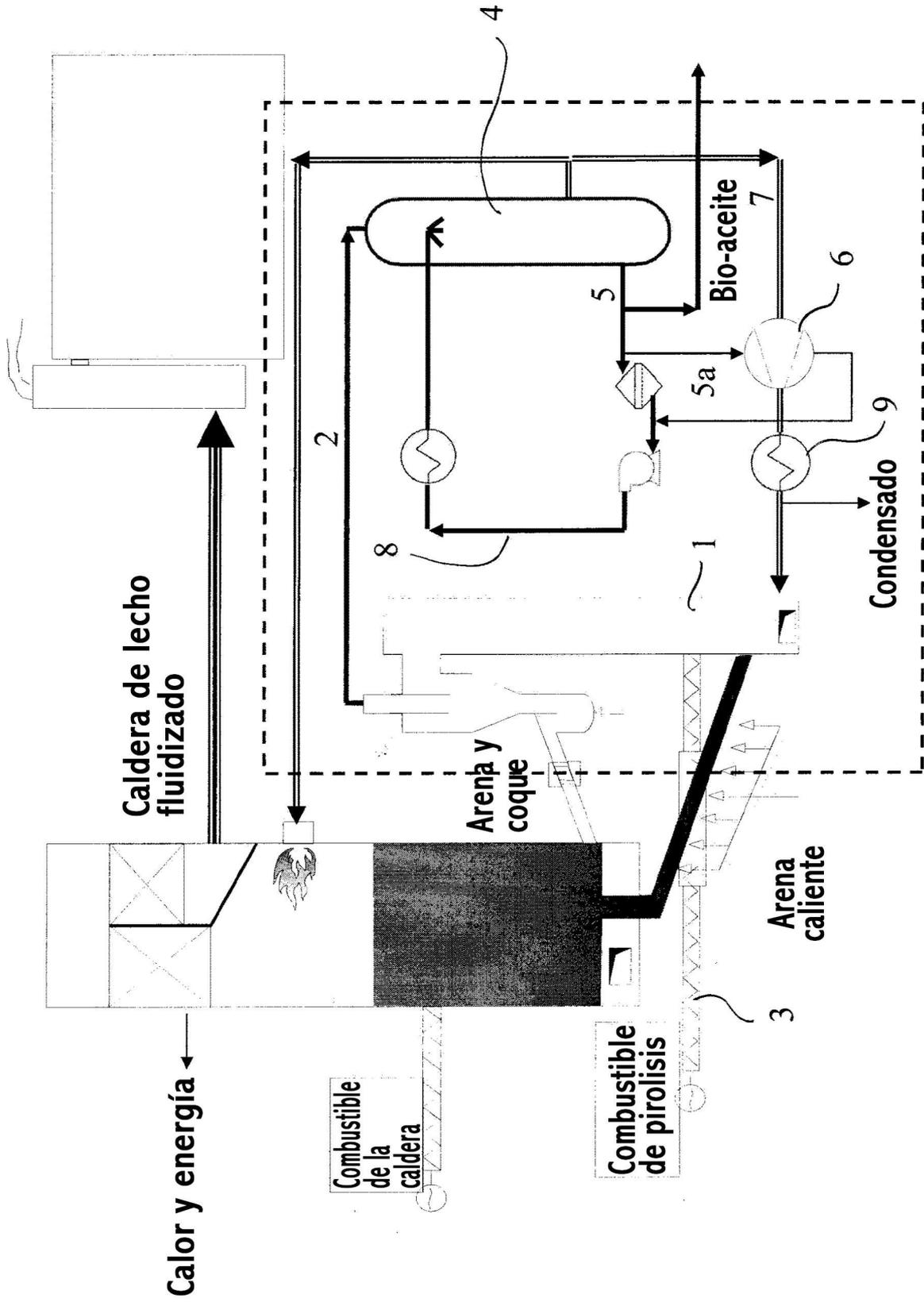


Fig. 1