

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 668**

51 Int. Cl.:

C01B 3/24 (2006.01)
C10J 3/00 (2006.01)
C10J 3/72 (2006.01)
C01B 31/02 (2006.01)
C01B 31/18 (2006.01)
C10K 3/06 (2006.01)
C10G 2/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2012 PCT/EP2012/005310**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO2013091879**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2012 E 12809618 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2016 EP 2794467**

54 Título: **Procedimiento e instalación para la generación de gas de síntesis**

30 Prioridad:

20.12.2011 DE 102011122562
04.05.2012 DE 102012008933
29.05.2012 DE 102012010542

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.05.2017

73 Titular/es:

CCP TECHNOLOGY GMBH (100.0%)
Kirchenstrasse 60
81671 München, DE

72 Inventor/es:

KÜHL, OLAF

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 613 668 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 e instalación para la generación de gas de síntesis

La presente invención se refiere a un procedimiento y a una instalación para la generación de gas de síntesis a partir de hidrocarburos y agua.

5 Partes sustanciales de la economía mundial se basan en el petróleo como fuente de materias primas o de energía. Así se obtienen, por ejemplo, carburantes de gasolina y diésel para el transporte individual y de mercancías, fueloil pesado para el tráfico naviero y como combustible para centrales eléctricas así como fueloil ligero para la calefacción de viviendas unifamiliares a partir del petróleo. Pero también muchas materias primas de la industria química proceden directa o indirectamente del petróleo. Actualmente se están realizando considerables esfuerzos
10 para sustituir los productos de petróleo por otras materias primas o procedimientos alternativos. En el sector energético, por ejemplo, se emplean gas natural y energías renovables en lugar del petróleo para hacer funcionar centrales eléctricas. En el tráfico rodado se prueban, sobre todo, la propulsión eléctrica, motores de gas natural y la propulsión por hidrógeno que, sin embargo, no han sido capaces desde hace años de introducirse en el mercado.

15 Ha habido intentos de producir productos de petróleo en procedimientos a gran escala a partir de gas natural o carbón. Por ejemplo, se conocen procedimientos para convertir gas natural en combustibles líquidos (los denominados procedimientos de gas a líquido o procedimientos GtL), pero los mismos están asociados generalmente a significativas emisiones de CO₂ o costes elevados. Además, la mayoría de las veces no son capaces de facilitar hidrógeno independientemente de CO o CO₂. Por tanto, estos intentos quedan limitados por motivos económicos y medioambientales a pocas aplicaciones individuales.

20 El gas de síntesis o, abreviado, singas, es una mezcla de gases de monóxido de carbono e hidrógeno que puede presentar, además, dióxido de carbono. El gas de síntesis se genera, por ejemplo, mediante la gasificación de combustible que contiene carbono hasta dar un producto gaseoso, el gas de síntesis, que tiene un cierto valor calorífico. El gas de síntesis tiene aproximadamente el 50 % de la densidad energética del gas natural. El gas de síntesis se puede quemar y usarse, por tanto, como fuente de combustible. Además, el gas de síntesis se puede
25 usar como producto intermedio para la generación de otros productos químicos. El gas de síntesis se puede generar, por ejemplo, mediante la gasificación de carbón o desechos. En la generación de gas de síntesis se hace reaccionar, por ejemplo, carbono con agua o un hidrocarburo con oxígeno. Existen tecnologías disponibles en el mercado para continuar procesando gas de síntesis para generar finalmente gases industriales, fertilizantes, agentes químicos y otros productos químicos. En la mayoría de las tecnologías conocidas (por ejemplo, reacción de desplazamiento de agua) para la generación y conversión de gas de síntesis, sin embargo, existe el problema de que durante la síntesis de la cantidad necesaria de hidrógeno se genera una mayor cantidad de exceso del CO₂ que,
30 a su vez, llega al medioambiente como gas perjudicial para el clima. En otra técnica conocida para la preparación de gas de síntesis, la oxidación parcial de metano según la ecuación $2 \text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO} + 4 \text{H}_2$, se puede conseguir una relación máxima de H₂:CO de 2,0. Sin embargo, la desventaja es el uso de oxígeno puro que se tiene que preparar con consumo de energía.

35 El documento EP 0 219 163 A2 desvela un procedimiento para la generación de gas de síntesis, escindiéndose en un primer espacio de reactor hidrocarburos hasta dar carbono e hidrógeno y llevándose el carbono a reaccionar con vapor de agua en un segundo espacio de reacción.

40 En el documento WO 00/06671 A1 está descrito un procedimiento para la generación de gas de síntesis en el que en un primer reactor a partir de biomasa con aporte de aire se genera carbono elemental y gases de desecho tales como agua y CO₂, generándose a partir del carbono en un segundo reactor con aporte de vapor de agua gas de síntesis.

45 Por tanto, un primer objetivo de la invención es convertir un fluido que contiene hidrocarburo en gas de síntesis con un contenido variable de hidrógeno sin generar cantidades significativas de CO₂. El objetivo de la invención se resuelve mediante los procedimientos de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2 así como mediante el dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 9 y 10. Resultan configuraciones adicionales a partir de las reivindicaciones dependientes.

50 En particular, un procedimiento para la generación de gas de síntesis presenta la escisión de un fluido que contiene hidrocarburo hasta dar carbono e hidrógeno mediante un aporte de energía que se presta al menos en parte por calor, poseyendo el carburo y el hidrógeno después de la escisión una temperatura de al menos 200 °C. Entonces, una parte del carbono que se ha obtenido a partir de la escisión se pone en contacto con agua a una temperatura de 800 a 1.700 °C, habiéndose enfriado el carbono obtenido por la escisión en la puesta en contacto con el agua en como máximo el 50 % en °C en relación con su temperatura después de la escisión. En este caso se convierte al menos una parte del agua y del carbono obtenido por la escisión en un gas de síntesis. Mediante este
55 procedimiento, un fluido que contiene hidrocarburo se puede convertir en un gas de síntesis con un contenido variable de hidrógeno sin generar cantidades significativas de CO₂. A este respecto, ventajosamente se emplea al menos una parte de una energía necesaria para facilitar carbono (mediante escisión de un hidrocarburo) en forma de calor para la conversión. Como productos secundarios se pueden obtener adicionalmente hidrógeno y carbono

en distintas formas. De acuerdo con la invención, el hidrógeno obtenido por la escisión se puede poner conjuntamente con el agua en contacto, ya que el hidrógeno no altera la conversión. Pueden servir como caloportador adicional, lo que es particularmente ventajoso cuando el carbono y el hidrógeno poseen una temperatura de 1.000 °C (de una temperatura de conversión preferente) o superior. En este caso, después de la conversión no está presente gas de agua, sino un gas de síntesis con otra relación de mezcla. Como alternativa, el carbono obtenido por la escisión antes de la puesta en contacto con el agua se puede separar al menos en parte del hidrógeno obtenido por la escisión y añadirse mediante mezcla al menos en parte al gas de síntesis que se produce por la conversión.

Esto se cumple, en particular, cuando la escisión se realiza a una temperatura superior a 1.000 °C y el carbono se pone en contacto con una temperatura de al menos 1.000 °C, en particular a una temperatura de entre 1.000 °C y 1.200 °C con el agua, ya que en este caso no se tiene que facilitar cantidad de calor en absoluto o solo una menor cantidad de calor adicional para la conversión. Preferentemente se facilita el calor necesario para alcanzar la temperatura de 800 a 1.700 °C (en particular de 1.000 °C a 1.200 °C) para la conversión en esencia por completo por el calor que se emplea para la escisión del fluido que contiene hidrocarburo. En esencia significa en el presente documento que al menos el 80 %, en particular al menos el 90 % del calor necesario procede del procedimiento de escisión.

Para aumentar la eficiencia energética del procedimiento, al menos una parte del calor de al menos una parte del carbono y/o hidrógeno obtenido por la escisión se puede usar para el calentamiento del agua antes de la puesta en contacto con el carbono y/o para el calentamiento de un espacio de procedimiento en el que se pone en contacto el agua con el carbono. En este sentido también se señala que el gas de síntesis después de la conversión presenta una temperatura de 800 a 1.700 °C y al menos una parte de su calor se puede usar para el precalentamiento del agua antes de la puesta en contacto con el carbono. También es posible que al menos una parte del calor de al menos una parte del carbono y/o hidrógeno obtenido por la escisión y/o del gas de síntesis después de la conversión se use para la generación de corriente eléctrica que se puede facilitar en particular como portador de energía para el aporte de energía para la escisión del fluido que contiene hidrocarburo.

Preferentemente, el aporte de energía se realiza al hidrocarburo para su escisión principalmente a través de un plasma. Esto es una forma de aporte de energía particularmente directa y, por tanto, eficaz. Preferentemente, la escisión se realiza en un reactor de Kvaerner que posibilita una escisión continua de una corriente de hidrocarburos.

En el procedimiento para la generación de un gas de síntesis se puede añadir mediante mezcla al gas de síntesis después de la conversión de hidrógeno adicional y/o monóxido de carbono y/u otro gas de síntesis para conseguir una composición deseada. En el caso de la puesta en contacto común de carbono e hidrógeno con agua puede ser particularmente apropiado añadir mediante mezcla monóxido de carbono adicional al gas de síntesis para reducir la relación CO:H₂. En la puesta en contacto de carbono esencialmente puro con agua, por el contrario, puede ser apropiado añadir mediante mezcla al gas de síntesis hidrógeno adicional para aumentar la relación CO:H₂. En particular es posible también mezclar las corrientes de dos gases de síntesis generados por separado de la anterior forma (uno con, uno sin separación previa del carbono y del hidrógeno) para obtener una relación deseada de mezcla de CO:H₂.

Preferentemente, el hidrógeno adicional procede de una escisión de un fluido que contiene hidrocarburo hasta dar carbono e hidrógeno mediante un aporte de energía que se presta al menos en parte por calor. Por tanto, la escisión puede poner a disposición, por un lado, el carbono necesario para la conversión de C-agua y, por otro lado, el hidrógeno necesario en un ciclo de trabajo. En una forma de realización se genera al menos una parte del hidrógeno mediante escisión del fluido que contiene hidrocarburo a una temperatura por debajo de 1.000 °C, en particular por debajo de 600 °C mediante un plasma de microondas. Allí donde se necesita hidrógeno adicional (más de lo que se produce durante la preparación del carbono necesario para la conversión de C-agua) para el ajuste de una relación de mezcla de un gas de síntesis, el mismo se puede escindir preferentemente con eficiencia energética a bajas temperaturas a partir de un fluido que contiene hidrocarburo. Preferentemente se ajusta la relación CO a hidrógeno en el gas de síntesis a un valor de 1:1 a 1:3, en particular a un valor de aproximadamente 1:2,1.

En un procedimiento para la generación de hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados, en primer lugar se genera un gas de síntesis tal como se ha descrito anteriormente y el mismo se pone en contacto con un catalizador adecuado para causar una conversión del gas de síntesis en hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados, controlándose o regulándose la temperatura del catalizador y/o del gas de síntesis a un intervalo de temperaturas predeterminado. A este respecto se puede generar el gas de síntesis de antemano o incluso directamente en el catalizador mediante mezcla de CO con hidrógeno.

En una forma de realización se causa la conversión del gas de síntesis mediante un procedimiento de Fischer-Tropsch, en particular mediante un procedimiento de SMDS. Como alternativa se causa la conversión del gas de síntesis mediante un procedimiento de Bergius-Pier, un procedimiento de Pier o una combinación de un procedimiento de Pier con un procedimiento de MtL. La selección del procedimiento determina esencialmente la forma de los hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados. Preferentemente, el fluido que contiene hidrocarburo, que se debe escindir, es gas natural, metano, gas líquido, aceite pesado o una mezcla de los mismos.

El dispositivo para la generación de un gas de síntesis posee un convertidor de hidrocarburos para escindir un fluido que contiene hidrocarburo en carbono e hidrógeno, que presenta al menos un espacio de procedimiento con al menos una entrada para un fluido que contiene hidrocarburo y al menos una salida para carbono y/o hidrógeno y al menos una unidad para la introducción de energía en el espacio de procedimiento que consta al menos en parte de calor. Además, el dispositivo presenta un convertidor de C para la conversión de agua y carbono que presenta al menos otro espacio de procedimiento con al menos una entrada para agua, al menos una entrada para al menos carbono y al menos una salida, estando unida la entrada para al menos carbono directamente a la al menos una salida del convertidor de hidrocarburo. A este respecto, el presente documento directamente es para explicar que el carbono que sale del convertidor de hidrocarburo durante el funcionamiento en su recorrido al convertidor de C se enfría en no más del 50 % de su temperatura en °C, preferentemente en no más del 20 % sin que se emplee energía adicional para calentar el carbono. El convertidor de carbono, su salida, el convertidor de C y su entrada en una forma de realización están configurados de tal manera que el carbono e hidrógeno configurados en el convertidor de hidrocarburo se conducen conjuntamente al convertidor de C. En otra forma de realización está prevista una unidad de separación para la separación del carbono y del hidrógeno producidos durante la escisión y salidas independientes para las sustancias separadas en la unidad de separación, estando unida la salida para carbono con el convertidor de C. En esta realización está prevista, además, una alimentación independiente para el hidrógeno de la unidad de separación a un espacio de mezcla situado aguas abajo. La unidad de separación puede estar prevista entre el lugar de la escisión y la al menos una salida del convertidor de carbono. La misma puede formar una parte del convertidor de carbono o estar prevista también fuera del convertidor de hidrocarburo como unidad independiente. Una unidad de separación entre la salida del convertidor de hidrocarburo y la entrada de un convertidor de C no obstaculiza una unión directa, siempre que se cumpla la anterior condición.

Preferentemente, la al menos una unidad para aportar energía al espacio del procedimiento está configurada de tal manera que puede generar al menos localmente temperaturas por encima de 1.000 °C, en particular por encima de 1.500 °C. En una forma de realización, la al menos una unidad para aportar energía al espacio de procedimiento es una unidad de plasma. En particular cuando se debe mantener la temperatura para la escisión por debajo de 1.000 °C, la al menos una unidad para aportar energía al espacio de procedimiento presenta preferentemente una unidad de plasma de microondas.

Para una configuración particularmente sencilla del dispositivo, el espacio de procedimiento del convertidor de C se forma por un tubo de salida del convertidor de hidrocarburos que está unido con una admisión para agua.

En el caso del convertidor de hidrocarburos se trata preferentemente de un reactor de Kvaerner que puede prever las temperaturas necesarias durante el funcionamiento continuo para una escisión continua de un fluido que contiene hidrocarburos.

En una forma de realización, el dispositivo para la generación de un gas de síntesis presenta al menos otro convertidor de hidrocarburos para escindir un fluido que contiene hidrocarburos en carbono e hidrógeno. El al menos otro convertidor de hidrocarburos presenta de nuevo al menos un espacio de procedimiento con al menos una entrada para el fluido que contiene hidrocarburos, al menos una unidad para aportar energía al espacio de procedimiento, que consta al menos en parte de calor, y una unidad de separación para la separación del carbono y del hidrógeno producidos por la escisión con salidas independientes para carbono e hidrógeno, estando unida la salida para hidrógeno con la alimentación independiente para hidrógeno. A este respecto, el al menos un convertidor de hidrocarburos adicional por motivos de eficiencia energética preferentemente es del tipo que causa una escisión a temperaturas por debajo de 1.000 °C, en particular por debajo de 600 °C mediante un plasma de microondas.

En el dispositivo para la conversión de un gas de síntesis en hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados está previsto un dispositivo para la generación de un gas de síntesis del tipo anterior y un convertidor de CO. El convertidor de CO presenta un espacio de procedimiento en el que está dispuesto un catalizador, medios para conducir el gas de síntesis en contacto con el catalizador y una unidad de control para controlar o regular la temperatura del catalizador y/o del gas de síntesis a una temperatura predeterminada. A este respecto, partes del dispositivo para la generación de un gas de síntesis pueden estar integradas en el convertidor de CO, tales como por ejemplo un espacio de mezcla para CO e hidrógeno adicional, carbono y/u otro gas de síntesis. En una forma de realización, el convertidor de CO presenta un convertidor de Fischer-Tropsch, en particular un convertidor de SMDS. Como alternativa, el convertidor de CO puede presentar también un convertidor de Bergius-Pier, un convertidor de Pier o una combinación de un convertidor de Pier con un convertidor de MtL. También es posible que estén presentes varios convertidores de CO del mismo tipo o incluso de tipos diferentes en el dispositivo.

Preferentemente, el dispositivo presenta una unidad de control para controlar o regular la presión del gas de síntesis en el convertidor de CO.

La invención se explica con más detalle a continuación haciendo referencia a determinadas formas de realización mediante los dibujos; en los dibujos muestra:

la Figura 1 una representación esquemática de una instalación para la generación de gas de síntesis;
la Figura 2 una representación esquemática de una instalación alternativa para la generación de gas de

- síntesis;
- la Figura 3 una representación esquemática de una instalación para la generación de hidrocarburos funcionalizados y/o no funcionalizados;
- 5 la Figura 4 una representación esquemática de otra instalación para la generación de hidrocarburos funcionalizados y/o no funcionalizados de acuerdo con otra forma de realización;
- la Figura 5 una representación esquemática de una instalación para la generación de hidrocarburos funcionalizados y/o no funcionalizados de acuerdo con otra forma de realización;
- la Figura 6 una representación esquemática de una instalación para la generación de hidrocarburos funcionalizados y/o no funcionalizados de acuerdo con otra forma de realización;
- 10 la Figura 7 una representación esquemática de una instalación para la generación de gas de síntesis de acuerdo con otra forma de realización y
- la Figura 8 una representación esquemática de una instalación para la generación de hidrocarburos funcionalizados y/o no funcionalizados de acuerdo con otra forma de realización.

15 Se señala que en la siguiente descripción los términos arriba, abajo, derecha e izquierda así como indicaciones similares se refieren a las alineaciones o disposiciones representadas en las figuras y sirven únicamente para describir los ejemplos de realización. Estos términos pueden mostrar disposiciones preferentes, sin embargo, no se han de entender en un sentido limitante.

Además, en las diferentes figuras se usan en parte las mismas referencias, siempre que se indiquen partes iguales o similares.

20 En la siguiente descripción se describen procedimientos y dispositivos que llevan a cabo sustancias "calientes" o procedimientos "calientes". En relación con la presente descripción, el término "caliente" debe describir una temperatura por encima de 200 °C y preferentemente por encima de 300 °C.

25 Un gas de síntesis es cada gas que está compuesto esencialmente de monóxido de carbono e hidrógeno. Se denomina gas de agua un gas (de síntesis) que prácticamente en las mismas proporciones está compuesto de monóxido de carbono e hidrógeno (1:1). Cuando se habla aquí de gas de síntesis, por tanto, esta expresión comprende también gas de agua como mezcla especial de un gas de síntesis.

La Figura 1 representa esquemáticamente una instalación 1 para la generación de gas de síntesis. Por la Figura 1 se hace evidente también el desarrollo básico del procedimiento para la generación de gas de síntesis de acuerdo con la presente descripción.

30 La instalación 1 para la generación de gas de síntesis presenta un convertidor de hidrocarburos 3 que presenta una entrada de hidrocarburos 4 así como una primera salida de carbono 5, una salida de hidrógeno 6 opcional, así como una segunda salida de carbono 7 opcional. La instalación 1 para la generación de gas de síntesis presenta, además, un convertidor de C 9 con una entrada de agua 10, una entrada de carbono 11 (denominada también entrada de C) y una salida de gas de síntesis 12 (salida de gas de síntesis). Un convertidor de hidrocarburos 3 y el convertidor de C 9 están dispuestos de tal manera que la salida de carbono 5 del convertidor de hidrocarburos 3 está unido a través de una unión 8 directa con la entrada de carbono 11 del convertidor de C 9, pudiendo formar la salida 5 también directamente la entrada de carbono 11 del convertidor de C 9. Así se puede transportar carbono del convertidor de hidrocarburos 3 directamente al convertidor de C 9.

40 El convertidor de hidrocarburos 3 es cualquier convertidor de hidrocarburo que puede convertir o escindir hidrocarburos alimentados en carbono e hidrógeno. El convertidor de hidrocarburos 3 presenta un espacio de procedimiento con una entrada para un fluido que contiene hidrocarburo, al menos una unidad para aportar energía de escisión al fluido y al menos una salida. La energía de escisión se pone a disposición al menos en parte por calor que se genera, por ejemplo, mediante un plasma. Sin embargo, se puede poner a disposición de otro modo y cuando principalmente se realiza una escisión a través de calor, entonces se debería calentar el fluido a por encima de 1.000 °C, en particular a una temperatura por encima de 1.500 °C.

45 En la forma de realización representada se emplea un reactor de Kvaerner que pone a disposición el calor necesario mediante un arco de plasma. Sin embargo, se conocen también otros reactores que trabajan a menores temperaturas, en particular por debajo de 1.000 °C y que aparte del calor aportan energía adicional al hidrocarburo tal como, por ejemplo, a través de un plasma de microondas. Como se explica todavía con más detalle a continuación, la invención considera ambos tipos de reactores (y también aquellos que trabajan sin un plasma), en particular también en combinación entre sí. Los convertidores de hidrocarburos que trabajan a una temperatura de más de 1.000 °C se denominan en lo sucesivo reactores de alta temperatura, mientras que aquellos que trabajan a temperaturas por debajo de 1.000 °C, en particular a una temperatura de entre 200 °C y 1.000 °C, se denominan reactores de baja temperatura.

55 En el reactor mediante calor y/o un plasma se separan de hidrocarburos (C_nH_m) hidrógeno y carbono. A este respecto, los hidrocarburos se incorporan preferentemente en forma de gas en el reactor. Los hidrocarburos líquidos en condiciones normales, los mismos antes de la introducción en el reactor se pueden llevar a la forma gaseosa o se pueden alimentar también en una forma finamente aerosolizada. Ambas formas se denominan en lo sucesivo

fluidos.

La separación de los hidrocarburos debería producirse en la medida de lo posible con exclusión de oxígeno para evitar la formación indeseada de óxidos de carbono o agua. Sin embargo, pequeñas cantidades de oxígeno que se incorporan, por ejemplo, con los hidrocarburos, a su vez tampoco son perjudiciales para el procedimiento.

5 En el reactor de Kvaerner que se ha descrito anteriormente, los fluidos que contienen hidrocarburo se separan en un quemador de plasma a alta temperatura en carbono puro (por ejemplo, en forma de carbón activado, negro de humo, grafito o negro de carbón) e hidrógeno y, dado el caso, impurezas. Los fluidos que contienen hidrocarburos como sustancias de entrada para el convertidor de hidrocarburos 3 son, por ejemplo, metano, gas natural, biogases, gases líquidos y aceite pesado. Sin embargo, se pueden usar también hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o
10 no funcionalizados como sustancias de entrada para el convertidor de hidrocarburos 3. Después de la separación original, por norma general los elementos están presentes como una mezcla, en particular en forma de un aerosol. Esta mezcla se puede suministrar, tal como se describirá a continuación, en esta forma a otro procedimiento, o se puede separar también en una unidad de separación correspondiente no representada en sus elementos individuales. Una unidad de separación de este tipo se considera, en el marco de la presente solicitud, parte del
15 convertidor de hidrocarburos 3, aunque naturalmente también puede estar realizado como unidad independiente. Cuando no está prevista una unidad de separación, entonces la salida de carbono 5 es la única salida del convertidor de hidrocarburos 3, que conduce una mezcla (un aerosol) de carbono e hidrógeno directamente al convertidor de C 9. Con una unidad de separación, a través de la salida de carbono 5 se puede conducir el carbono separado al menos en parte del hidrógeno al convertidor de C 9. A través de las salidas 6 y 7 opcionales se puede
20 conducir entonces el hidrógeno separado y, dado el caso, carbono adicional.

El convertidor de C 9 puede ser cualquier convertidor de C adecuado que puede acceder al gas de síntesis (singas) de carbono (C) y agua (H₂O). En la forma de realización de la Figura 1 en el convertidor de C 9 se produce H₂O sobre carbono caliente o se introduce también como vapor de agua en una corriente de carbono e hidrógeno y se mezcla con esto para convertirse de acuerdo con la ecuación química $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$. El convertidor de C 9 se desarrollan las siguientes reacciones:
25



El equilibrio de Boudouard se produce en la reacción:



30 Ya que las tres reacciones se encuentran en equilibrio entre sí, el procedimiento en el convertidor de C 9 tiene lugar preferentemente a altas temperaturas de 800 a 1.700 °C, preferentemente de 1.000 a 1.200 °C, ya que a baja temperatura se preferiría la segunda reacción, poniéndose a disposición el calor necesario para alcanzar esta temperatura principalmente por el material de partida del convertidor de hidrocarburos 3, tal como se explicará todavía con detalle a continuación. El agua (H₂O) en el convertidor de C 9 en estas condiciones está en forma de
35 vapor y se puede introducir también ya en forma de vapor. La adición de agua se controla durante el funcionamiento de la instalación 1 de tal manera que se evita un exceso de agua para evitar un enfriamiento intenso. Con un enfriamiento excesivo en el convertidor de C 9 se desarrollaría asimismo preferentemente la segunda reacción.

El convertidor de C 9 trabaja del mejor modo a altas temperaturas de 1.000 a 1.200 °C para reprimir la reacción de desplazamiento de agua exotérmica $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ y optimizar así la proporción de monóxido de carbono en el gas de síntesis. El experto en la materia conoce las reacciones en el convertidor de C 9 y, por tanto, no se describen aquí con más detalle.
40

El funcionamiento de la instalación 1 para la generación de gas de síntesis se explica con más detalle a continuación con referencia a la Figura 1. A este respecto, en lo sucesivo se parte de que el convertidor de hidrocarburos 3 es un reactor de alta temperatura de tipo Kvaerner. Los fluidos que contienen hidrocarburos (en particular en forma de gas)
45 se introducen en el convertidor de hidrocarburos 3 a través de la entrada de hidrocarburos 4. Cuando el hidrocarburo es, por ejemplo, metano (CH₄), entonces se produce 1 mol de carbono y 2 moles de hidrógeno a partir de 1 mol de metano. Los hidrocarburos se convierten en el quemador de plasma del convertidor de hidrocarburos 3 a aproximadamente 1.600 °C de acuerdo con la siguiente ecuación de reacción, siendo la energía suministrada calor que se genera mediante energía eléctrica en el plasma:



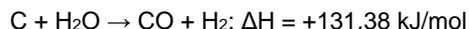
Con una correspondiente conducción del procedimiento, el reactor de Kvaerner está en disposición de conseguir durante el funcionamiento continuo una conversión de prácticamente el 100 % del hidrocarburo en sus constituyentes.

55 A continuación se parte de que el carbono y el hidrógeno en el convertidor de hidrocarburos 3 se separan y se conducen sustancialmente por separado al exterior. Sin embargo, también es posible que no se produzca una

separación y que el carbono y el hidrógeno se conduzcan hacia el exterior como mezcla y se suministren al convertidor de C 9. El hidrógeno no altera el procedimiento de conversión en el convertidor de C 9, pero puede servir de caloportador adicional. El carbono se introduce al menos en parte directamente a través de la salida de carbono 5 a la entrada de carbono 11 del convertidor de C 9. A este respecto, la conducción "directa" de la salida 5 del convertidor de hidrocarburos 3 a la entrada de carbono 11 del convertidor de C 9 debe comprender aquellas variantes en las que no se produce una refrigeración de más del 50 % en relación con la temperatura (preferentemente de no más del 80 %) de las sustancias conducidas. Ya que el carbono que sale del convertidor de hidrocarburos 3 presenta una alta temperatura, preferentemente por encima de 1.000 °C, se puede usar la energía calorífica contenida en su interior para obtener la temperatura necesaria para el procedimiento de conversión en el convertidor de C 9 que, por ejemplo, trabaja a una temperatura de aproximadamente 1.000 °C.

La unión 8 entre el convertidor de hidrocarburos 3 y el convertidor de C 9 está configurada de tal manera que el carbono en el recorrido del convertidor de hidrocarburos 3 al convertidor de C 9 no se enfría con demasiada intensidad (menos del 50 %, preferentemente menos del 20 % en relación con la temperatura). Por ejemplo, la unión 8 puede estar particularmente aislada y/o incluso calentada activamente, no suministrándose al sistema preferentemente, aparte del aporte de calor en el convertidor de hidrocarburos 3, calor adicional. El hidrógeno generado en el convertidor de hidrocarburos 3 contiene asimismo energía calorífica a causa de la temperatura de funcionamiento en el convertidor de hidrocarburos 3. Por tanto, una posibilidad del calentamiento de la unión 8 consiste en usar la energía calorífica del hidrógeno conducido al exterior por la salida de hidrógeno 6 directa o indirectamente a través de una disposición de cambiadores de calor para el calentamiento de la unión 8 entre el convertidor de hidrocarburos 3 y el convertidor de C 9.

En el convertidor de C 9 el agua, en particular en forma de vapor, que se introduce a través de la entrada de agua 10 del convertidor de C 9, se conduce sobre el carbono caliente y/o se mezcla con el mismo. El convertidor de C 9 trabaja del mejor modo a temperaturas altas, ya que se trata de una reacción endotérmica y la reacción de desplazamiento de agua, que se encuentra en competencia con la misma, es una reacción exotérmica. La reacción, que el experto en la materia conoce, depende de la presión y la temperatura y no se describe con detalle en el presente documento. La cantidad del agua introducida en el convertidor de C 9 o la cantidad del carbono se pueden controlar y/o regular a través de medios adecuados.



No obstante, también aquí el equilibrio de Boudouard es el factor limitante, por lo que a temperaturas por encima de 1.000 °C y en ausencia de un exceso de agua está presente casi en exclusiva una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno. Es ventajoso precalentar el agua introducida a la entrada de agua 10 del convertidor de C 9, ya que el convertidor de C 9 trabaja preferentemente a una temperatura > 1.000 °C. Se puede conseguir precalentamiento del agua, por ejemplo, al usarse la energía calorífica contenida en el hidrógeno caliente directa o indirectamente a través de una disposición de cambiadores de calor para el precalentamiento del agua. Sin embargo, preferentemente el calor contenido en el carbono es suficiente para llevar el agua a la temperatura deseada. Solo en el caso de que el calor generado en el convertidor de hidrocarburos 3 no sea suficiente para alcanzar la temperatura deseada de conversión de aproximadamente 1.000 °C puede estar prevista una unidad calefactora adicional opcional para calentar el convertidor de C 9 o los elementos que se encuentran en su interior. Tal unidad se puede emplear también como unidad de precalentamiento en la zona de una alimentación para el agua o el carbono. Se puede emplear también solo para arrancar la instalación para llevar en primer lugar el convertidor de C 9 o partes de la instalación que conducen medios a una temperatura inicial para que el sistema alcance con más rapidez un estado deseado de temperatura. El calentamiento de todas las partes conductoras de medios únicamente a través del calor generado en el convertidor de hidrocarburos 3 al principio podría no durar demasiado tiempo.

Del convertidor de C 9 sale gas de síntesis (CO + H₂) caliente a una temperatura >1.000 °C (dependiendo de la temperatura de funcionamiento del convertidor de C 9). Por tanto, el gas de síntesis que sale del convertidor de C 9 contiene asimismo energía calorífica que se puede usar directa o indirectamente a través de un cambiador de calor no mostrado en la Figura 1, por ejemplo, para precalentar el agua introducida en la entrada de agua 10. Con un diseño correspondiente de los parámetros de funcionamiento en el convertidor de C 9, es decir, a una temperatura entre 1.000 y 1.200 °C, (y una separación de hidrógeno y carbono en el convertidor de hidrocarburos 3) se genera un gas de síntesis en el que están presentes CO y H₂ en una relación de 1:1, que se denomina gas de agua. Si una separación de hidrógeno y carbono en el convertidor de hidrocarburos 3 y un diseño correspondiente a tales parámetros de funcionamiento en el convertidor de C 9, es decir, a una temperatura de entre 1.000 y 1.200 °C, se genera un gas de síntesis en el que están presentes CO y H₂ en una relación de aproximadamente 1:3.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el convertidor de hidrocarburos 3 puede presentar una segunda salida de carbono 7 para conducir carbono al exterior. El carbono generado en el convertidor de hidrocarburos 3 puede conducirse, después de una separación correspondiente (o incluso como mezcla de C-H₂) en diferentes proporciones a través de la primera salida de carbono 5 y la segunda salida de carbono 7. La segunda salida de carbono 7 se usa para retirar, dado el caso, la parte del carbono generado que no se usa en el convertidor de C 9 para la generación de gas de síntesis. La magnitud de una parte no usada en este tipo del carbono depende de la composición deseada del gas de síntesis que se debe conducir al exterior del convertidor de C 9. El carbono retirado de la segunda salida de carbono 7 puede retirarse como carbón activado, grafito, negro de humo u otras

modificaciones, tales como conos de carbón o discos de carbón. En función de la forma y la calidad del carbono retirado se puede usar el carbono retirado como materia prima en la industria química o para la industria electrónica. Son posibles aplicaciones, por ejemplo, la producción de semiconductores, producción de neumáticos, tintas, tóneres o productos similares. El carbono generado por el convertidor de hidrocarburos 3 es una materia prima de alta pureza que se puede continuar procesando bien.

Con ayuda del procedimiento que se ha representado anteriormente para la generación de gas de síntesis es posible hacer reaccionar el carbono caliente del convertidor de hidrocarburos 3 con agua de templada a caliente en el convertidor de C 9 sin o al menos sin un aporte de energía externo significativo hasta dar gas de síntesis. Preferentemente, al menos el 80 %, en particular al menos el 90 % del calor necesario para alcanzar la temperatura de conversión debe proceder del convertidor de hidrocarburos 3.

En la Figura 2 está mostrada una instalación 20 para la generación de gas de síntesis que presenta los elementos que se han descrito anteriormente de la instalación 1 para la generación de gas de síntesis así como una mezcladora 21 que presenta una entrada de gas de síntesis 22 para la introducción de gas de síntesis y una entrada de H₂ 23 para la introducción de hidrógeno así como una salida de gas de síntesis 24 para la salida de gas de síntesis. La entrada de gas de síntesis 22 está unida con la salida de gas de síntesis 12 del convertidor de C 9. La entrada de H₂ 23 de la mezcladora 21 está unida con la salida de H₂ 6 del convertidor de hidrocarburos 3. Como puede observar el experto en la materia, en la realización en la que se conduce una mezcla de C-H₂ a través de la salida de carbono 5 al convertidor de C 9 se genera automáticamente un gas de síntesis con una relación de mezcla de CO-H₂ de aproximadamente 1:3. En este caso se puede prescindir, dado el caso, de una mezcladora 21 o emplearse para ajustar otra relación de mezcla o introducirse CO en la mezcladora para reducir la proporción de H₂ del gas de síntesis.

La mezcladora 21 puede ser cualquier dispositivo adecuado para mezclar gases y, por ejemplo, en un caso sencillo, adoptar la forma de un conducto tubular con entradas correspondientes y una salida. Con ayuda de la mezcladora 21 y en particular a través de un control/regulación del hidrógeno introducido (adicionalmente) a través de la entrada de H₂ 23 de la mezcladora 21 y/o a través de una entrada no representada que está unida con una fuente de CO no representada y/o una segunda fuente de gas de síntesis, se puede influir en la mezcla del gas de síntesis en la salida de gas de síntesis 24 de tal manera que se consigue una composición requerida para procedimientos posteriores. En particular, la segunda fuente de gas de síntesis puede ser un segundo convertidor de C 9 que se hace funcionar en paralelo a un primero. Ambos convertidores de C 9 podrían ser abastecidos por un convertidor de hidrocarburos 3 común o incluso por unidades independientes con carbono y/o hidrógeno. En particular se puede abastecer un primero con carbono esencialmente puro (con separación previa del hidrógeno) y el segundo con una mezcla de carbono y/o hidrógeno. En este caso, el primero generaría esencialmente gas de agua con una relación de mezcla de CO-H₂ de aproximadamente 1:1 y el segundo, un gas de síntesis con una relación de mezcla de CO-H₂ de aproximadamente 1:3. Una combinación de ambos gases de síntesis daría una relación de mezcla de CO-H₂ de aproximadamente 1:2, existiendo todavía exceso de hidrógeno (de la separación antes de la introducción en el primer convertidor de C) para un aumento adicional de la relación de mezcla de CO-H₂.

Para muchos procesos, por ejemplo la síntesis de Fischer-Tropsch, la relación de hidrógeno a CO debe ser lo más alta posible. Con ayuda de la mezcladora 21 se puede ajustar una relación discrecional de hidrógeno a CO en la salida de gas de síntesis 24, por ejemplo una relación de 1:1, lo que se corresponde con gas de agua. Se considera que se introduzca solo una parte del gas de síntesis y/o solo una parte del hidrógeno en la mezcladora 21, mientras que se podrían retirar las partes no introducidas en la mezcladora de gas de síntesis e hidrógeno, en cada caso, como gas puro del procedimiento. A este respecto es posible, por ejemplo, a) retirar solo gas de síntesis, b) retirar solo hidrógeno, c) retirar una mezcla de gas de síntesis de CO e hidrógeno o d) retirar una corriente de gas de agua, una corriente de hidrógeno y una corriente de gas de síntesis (relación discrecional de CO a hidrógeno) o varios gases de síntesis con diferente relación de monóxido de carbono a hidrógeno.

Además, la instalación 20 para la generación de gas de síntesis de la Figura 2 presenta un cambiador de calor de C 25, un cambiador de calor de gas de síntesis 26 y un cambiador de calor de H₂ 27. El cambiador de calor de C 25 está en contacto termoconductor con la unión 8 entre el convertidor de hidrocarburos 3 y el convertidor de C 9 y es adecuado para retirar de la unión, dado el caso, exceso de calor que no es necesario para alcanzar la temperatura de conversión en el convertidor de C 9 o suministrar calor de otras zonas de la instalación, siempre que esto sea necesario.

El cambiador de gas de síntesis 26 está en contacto termoconductor con la unión entre el convertidor de C 9 y la mezcladora 21 y es adecuado para retirar de la unión y, por tanto, del gas de síntesis caliente situado en su interior, exceso de calor. Este se puede usar, por ejemplo, para precalentar el agua introducida en el convertidor de C 9. Para esto sería razonable, en particular, un denominado cambiador de calor de contracorriente, tal como se conoce en la técnica.

El cambiador de calor de H₂ 27 está en contacto termoconductor en la unión entre el convertidor de hidrocarburos 3 y la mezcladora 21 y es adecuado para retirar de la unión y, por tanto, del hidrógeno caliente situado en su interior, el exceso de calor. El calor evacuado con uno de los cambiadores de calor 25, 26 o 27 se puede usar para calentar otras zonas de la instalación y, en particular, para mantener caliente el convertidor de C o para precalentar el agua

introducida en el convertidor de C. Una parte del calor se puede convertir también, por ejemplo, a través de un generador de vapor y una turbina de vapor u otro dispositivo adecuado en corriente.

5 El funcionamiento de la instalación 20 para la generación de gas de síntesis es igual, en lo que respecta al funcionamiento del convertidor de hidrocarburos 3 y del convertidor de C 9, que el funcionamiento que se ha descrito anteriormente de la instalación 1 de acuerdo con la Figura 1. En la instalación 20 para la generación de gas de síntesis se ajusta, dependiendo de la composición deseada del gas de síntesis, en la mezcladora 21 una relación deseada de mezcla de hidrógeno a CO y se conduce al exterior en la salida de gas de síntesis 24 de la mezcladora 21, poniéndose a disposición hidrógeno preferentemente, tal como se representa, pero no de forma obligada a través del convertidor de hidrocarburos 3. Aquí son concebibles también otras fuentes de hidrógeno, en particular también un segundo convertidor de hidrocarburos 3, en particular un convertidor de baja temperatura. En caso de que no se use la totalidad de la cantidad disponible de gas de síntesis y/o la totalidad de la cantidad disponible de H₂, las partes no combinadas en la mezcladora de los respectivos gases, por ejemplo, gas de hidrógeno y/o H₂, en cada caso, se pueden continuar procesando individualmente.

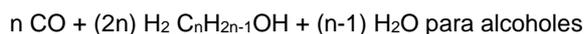
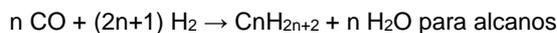
15 La Figura 3 muestra una instalación 30 para la generación de hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados que presentan una instalación 10 para la generación de gas de agua (como se muestra en la Figura 1) y un convertidor de CO 31. La parte de la instalación que se corresponde con la instalación 1 no se explica con más detalle para evitar repeticiones. El convertidor de CO 31 está dispuesto aguas abajo con respecto al convertidor de C 9 y presenta una entrada de gas de síntesis 32 para la introducción de gas de síntesis, una entrada de H₂ 33 para la introducción de hidrógeno y una salida de hidrocarburos 34 para conducir al exterior hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados. La entrada de gas de síntesis 32 del convertidor de CO 31 está unida con la salida de gas de síntesis 12 del convertidor de C 9 mediante una unión de gas de síntesis 35. La entrada de H₂ 33 del convertidor de CO 31 está unida mediante una unión de H₂ 36 con la salida de H₂ del convertidor de hidrocarburos 3.

25 Se señala que la entrada de H₂ 33 del convertidor de CO 31 y la unión de H₂ 36 son elementos opcionales. Dependiendo de la composición del gas de síntesis que sale del convertidor de C 9 y dependiendo de los hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados que se deben generar en el convertidor de CO 31, el gas de síntesis ya tiene la composición correcta para el procesamiento posterior por el convertidor de CO 31 al salir de la salida de gas de síntesis 12 del convertidor de C 9. En este caso no es necesaria la alimentación de hidrógeno a través de la unión de H₂ 36. Opcionalmente, no obstante, la unión de H₂ 36 puede estar diseñada también para la alimentación de otra sustancia tal como, por ejemplo, CO para reducir la proporción de H₂ del gas de síntesis o de un alqueno para la síntesis de un aldehído (hidroformilación).

30 La instalación 30 para la generación de hidrocarburos presenta opcionalmente también los cambiadores de calor 25, 26, 27 descritos en relación con la instalación 20 (Figura 2), en concreto el cambiador de calor C 25, el cambiador de calor de gas de síntesis 26 y el cambiador de calor de H₂ 27 que trabajan de la manera que se ha descrito anteriormente (véase la descripción de la Figura 2).

El convertidor de CO 31 puede ser un convertidor de CO discrecional para la preparación de hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados. En la forma de realización mostrada de la Figura 3, el convertidor de CO es un convertidor de Fischer-Tropsch, un convertidor de Bergius-Pier o un convertidor de Pier con un catalizador correspondiente y una unidad de control de temperatura y/o presión.

40 En una forma de realización, el convertidor de CO 31 presenta un convertidor de Fischer-Tropsch. Un convertidor de Fischer-Tropsch convierte catalíticamente un gas de síntesis en hidrocarburos y agua. El experto conoce distintas realizaciones de reactores de Fischer-Tropsch y procedimientos de Fischer-Tropsch que no se han de representar en el presente documento con detalle. Las ecuaciones de reacción principales son las siguientes:



Los procedimientos de Fischer-Tropsch se pueden llevar a cabo como procedimientos de alta temperatura o como procedimientos de baja temperatura, encontrándose en general las temperaturas de procedimiento entre 200 y 400 °C. Son variantes del procedimiento de Fischer-Tropsch, entre otras, la síntesis de alta carga, la síntesis de sintol y el procedimiento de SMDS de la empresa Shell (SMDS = *Shell Middle Distillate Synthesis*, síntesis de destilado medio de Shell). A través de un convertidor de Fischer-Tropsch se genera típicamente un compuesto de hidrocarburo de gases líquidos (propano, butano), benzina, queroseno (aceite diésel), parafina blanda, parafina dura, carburante de metano-diésel o una mezcla de varios de los mismos. La síntesis de Fischer-Tropsch es exotérmica, tal como sabe el experto en la materia. El calor de reacción del procedimiento de Fischer-Tropsch se puede usar mediante un cambiador de calor (como muestran las figuras), por ejemplo, para precalentar agua. Se considera, por ejemplo, un precalentamiento en dos pasos del agua introducida en el convertidor de C 9, realizándose en primer lugar un precalentamiento mediante el calor de salida del convertidor de CO 31 (en la realización como convertidor de Fischer-Tropsch) y después otro calentamiento del agua mediante el calor de uno o varios de los cambiadores de

calor 25, 26, 27.

En una forma de realización alternativa, el convertidor de CO 31 presenta un convertidor de Bergius-Pier o una combinación de un convertidor de Pier con un convertidor de MtL (MtL = *Methanol-to-Liquid*, metanol a líquido).

5 En un convertidor de Bergius-Pier se desarrolla el procedimiento de Bergius-Pier bien conocido por el experto en la materia en el que se generan hidrocarburos mediante hidrogenación de carbono con hidrógeno en una reacción química exotérmica. El espectro de los productos de partida del procedimiento de Bergius-Pier depende de las condiciones de reacción y de la conducción de la reacción. Se obtienen principalmente productos finales líquidos que se pueden usar como carburantes, por ejemplo aceites pesados y medios. Son desarrollos conocidos del procedimiento de Bergius-Pier, por ejemplo, el procedimiento de Konsol y el procedimiento de H-Coal.

10 En la combinación que se ha mencionado anteriormente de un convertidor de Pier con un convertidor de MtL se transforma en primer lugar gas de síntesis según el procedimiento de Pier conocido en metanol. El convertidor de MtL es un convertidor en el que se convierte metanol en benzina. Un procedimiento extendido es el procedimiento de MtL de la empresa ExxonMobil o Esso. El producto de entrada en el convertidor de MtL es típicamente metanol, por ejemplo, del convertidor de Pier. El producto de partida que se genera por el convertidor de MtL es típicamente benzina que es adecuada para operar un motor de gasolina.

15 En resumen se puede decir que en el convertidor de CO 31, independientemente del principio representado anteriormente según el cual trabaje, como productos finales se pueden producir hidrocarburos funcionalizados y/o no funcionalizados sintéticamente a partir de CO y H₂. El calor del procedimiento que aparece durante la reacción exotérmica en el convertidor de CO 31 se puede usar a su vez a través de un cambiador de calor para calentar diferentes zonas de la instalación o para generar corriente para mejorar del grado de eficacia de las instalaciones descritas en el presente documento.

20 Siempre que como producto de partida del convertidor de CO 31 esté presente una mezcla de hidrocarburos que después de su separación y afinado no se pueda continuar procesando directamente o comercializarse con beneficios como producto final, estos hidrocarburos como por ejemplo, metano o alcanos de cadena corta se pueden devolver al procedimiento descrito en la presente memoria. Con este fin, la instalación 30 presenta una unión de conducción de retorno 39, con cuya ayuda se puede conducir una parte de los hidrocarburos generados sintéticamente de vuelta a la entrada de hidrocarburos 4 del convertidor de hidrocarburos 3. En función de la composición de los hidrocarburos devueltos generados sintéticamente se realiza antes de la introducción en la entrada de hidrocarburos 4 todavía un tratamiento o una separación de hidrocarburos no adecuados.

30 La Figura 4 muestra otra forma de realización de una instalación 40 para la generación de hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados. La instalación 40 presenta la instalación 20 que se ha descrito anteriormente para la generación de un gas de síntesis así como un convertidor de CO 31, tal como se ha descrito anteriormente en relación con el ejemplo de realización de la Figura 3. La salida de gas de síntesis 24 de la mezcladora 21 está unida con la entrada de gas de síntesis 32 del convertidor de CO 31. A este respecto, la mezcladora 21 está ajustada de tal manera que proporciona en su salida de gas de síntesis 24 un gas de síntesis que está adaptado a las necesidades del convertidor de CO 31 usado. Los elementos restantes de la instalación 40 son los mismos que se han descrito anteriormente y también el funcionamiento de los elementos individuales se realiza esencialmente de la forma que se ha descrito anteriormente.

40 Se considera que, en función del tamaño de la instalación, se puede hacer funcionar múltiples convertidores de hidrocarburos unos al lado de otros para facilitar la capacidad deseada de conversión. Como se ha mencionado anteriormente, los convertidores de hidrocarburos pueden estar realizados como convertidores de hidrocarburos de alta temperatura y/o como convertidores de hidrocarburos de baja temperatura. Un convertidor de hidrocarburos de alta temperatura trabaja a temperaturas de más de 1.000 °C y un convertidor de hidrocarburos de baja temperatura trabaja a temperaturas de entre 200 y 1.000 °C, estando prevista como fuente de energía adicional, por ejemplo, una unidad de microondas que acopla energía directamente al hidrocarburo para conseguir una escisión en carbono e hidrógeno.

45 Como ejemplo de una instalación con múltiples convertidores de hidrocarburos que se operan unos al lado de otros, la Figura 5 muestra otra realización de la instalación 30 para la generación de hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados. En la Figura 5 se muestran las mismas referencias como se usa en las anteriores formas de realización, siempre que se describan elementos iguales o similares. En la realización mostrada en la Figura 5, en lugar de un único de los convertidores de hidrocarburos 3, está prevista una combinación de convertidores de hidrocarburos de alta temperatura 3a y de un convertidor de hidrocarburos de baja temperatura 3b.

50 El convertidor de hidrocarburos de alta temperatura 3a presenta una entrada de hidrocarburos 4a, una primera salida 5a para conducir al exterior carbono y una segunda salida 6a para conducir al exterior hidrógeno. A su vez, no obstante, puede estar prevista también una salida 5a individual para una mezcla (en particular un aerosol) de carbono e hidrógeno. La primera salida 5a está unida a través de una unión 8 con la entrada de C 11 del convertidor de C 9. La segunda salida 6a opcional del convertidor de hidrocarburos de alta temperatura 3a está unida con la

entrada de H₂ 33 del convertidor de CO 31. El convertidor de hidrocarburos de alta temperatura 3a puede presentar opcionalmente una salida adicional para carbono no mostrada en la Figura 5.

El convertidor de hidrocarburos de baja temperatura 3b presenta un espacio de procedimiento con una entrada de hidrocarburos 4b, una primera salida 5b para conducir al exterior carbono, una segunda salida 6b para conducir al exterior hidrógeno y una tercera salida 7b opcional para conducir al exterior carbono. Preferentemente, el convertidor de hidrocarburos de baja temperatura 3b presenta una unidad de separación para separar hidrógeno y carbono después de la escisión y conducirlos a las respectivas salidas. La primera salida 5b está unida opcionalmente a través de la unión 8 con la entrada de C 11 del convertidor de C 9, aunque también puede estar unida con una unidad colectora de carbono. La segunda salida 6b del convertidor de hidrocarburos de baja temperatura 3b está unida con la entrada de H₂ 33 del convertidor de CO 31. La tercera salida 7b opcional está unida con una unidad colectora de carbono de la cual se puede retirar el carbono recogido, por ejemplo, como negro de humo, carbón activado u otra forma.

Como ya se ha señalado anteriormente, la entrada de H₂ 33 del convertidor de CO 31 y las uniones de H₂ 36a, 36b son elementos opcionales en caso de que la alimentación de hidrógeno a través de las uniones de H₂ 36a, 36b no sea necesaria.

El hidrocarburo que se introduce en la entrada de hidrocarburos 4a y en la entrada de hidrocarburos 4b puede ser el mismo hidrocarburo o pueden ser hidrocarburos diferentes. En la entrada de hidrocarburos 4a se puede introducir hidrocarburo de una primera fuente de hidrocarburo, por ejemplo, gas natural de una reserva de gas natural. En la entrada de hidrocarburos 4b del convertidor de hidrocarburos de baja temperatura 3b se puede introducir por el contrario, por ejemplo, hidrocarburo funcionalizado y/o no funcionalizado, producido sintéticamente, por ejemplo, a través de la unión de conducción de retorno 39 opcional que se ha mencionado anteriormente. Mediante el uso de varios convertidores de hidrocarburos 3 o 3a, 3b que se operan en paralelo, la instalación 30 puede cambiarse de escala más fácilmente, es más fácilmente controlable y se pueden preparar diferentes tipos de carbono.

Además, por ejemplo, ventajosamente se puede usar el convertidor de hidrocarburos de alta temperatura 3a para generar carbono "caliente" preferentemente con una temperatura por encima de 1.000 °C para conversión en el convertidor de C 9. En este caso, el convertidor de hidrocarburos de alta temperatura 3a puede trabajar, en particular, sin una unidad de separación, ya que la mezcla de C-H₂ obtenida mediante la escisión se puede introducir directamente al convertidor de C 9. En este caso, el convertidor de C 9 entonces en la salida, por ejemplo, emite un gas de síntesis con una relación de mezcla de C-H₂ de aproximadamente 1:3.

Por el contrario, el convertidor de hidrocarburos de baja temperatura 3b se usa sobre todo para generar hidrógeno adicional para una generación de un gas de síntesis o una mezcla de C-H₂ con una relación de mezcla de C-H₂ de más de 1:3 para poder facilitar al convertidor de CO 31. Ya que en este caso no es necesaria transferencia de calor alguna del convertidor de hidrocarburos de baja temperatura 3b a un procedimiento posterior, se puede hacer funcionar ventajosamente a temperaturas por debajo de 1.000 °C y preferentemente a la menor temperatura posible.

Durante el funcionamiento de la instalación 30, por tanto, una parte del carbono generado en los convertidores de hidrocarburos 3a, 3b (preferentemente la del convertidor de hidrocarburos de alta temperatura 3a) se puede conducir al convertidor de C 9, mientras que otra parte (preferentemente la del convertidor de hidrocarburos de baja temperatura 3b) se puede conducir al exterior como sustancia de base para la generación de otros productos del procedimiento. Tales productos son, por ejemplo, negro de humo o negro de carbón, carbón activado, modificaciones especiales del carbono tales como discos de carbono y conos de carbono, etc., lo que está presente en forma de sólido pulverulento negro. Este carbono es un producto técnico importante que se usa, por ejemplo, como carga en la industria del caucho, como negro de pigmento para tintas de impresión, tintas chinas y barnices o como sustancia de partida para la producción de componentes eléctricos, por ejemplo, para baterías de cinc-carbón y para la producción de cátodos o ánodos. Dado el caso, el exceso de hidrógeno se puede conducir al exterior para la industria química o incluso usarse para la generación de corriente (mediante combustión o mediante una pila de combustible), haciéndose funcionar preferentemente el convertidor de hidrocarburos de baja temperatura 3b de tal manera que facilita solo el hidrógeno adicional necesario.

La Figura 6 muestra una realización alternativa de la instalación 40 que se ha descrito anteriormente para la generación de hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados, en la que están previstos, asimismo, múltiples convertidores de hidrocarburos de alta temperatura y/o baja temperatura que se hacen funcionar en paralelo. La instalación 40 mostrada en la Figura 6 para la generación de hidrocarburos se diferencia de la instalación 30 mostrada en la Figura 5 en que delante del convertidor de CO 31 está antepuesta una mezcladora 21 que entremezcla un gas de síntesis preparado especialmente a medida para el convertidor de CO 31 y lo suministra al convertidor de CO 31. Los elementos representados en la Figura 6 ya se han descrito anteriormente y trabajan también según los principios que se han descrito anteriormente. Por tanto, en este caso se prescinde de una nueva descripción detallada para evitar repeticiones.

Las Figuras 7 y 8 muestran formas de realización de las instalaciones 20 y 30, que presentan un cambiador de calor C 25, un cambiador de calor de gas de síntesis 26 y un cambiador de calor de H₂ 27 que están unidos, en cada caso, con una disposición de motor/generador 45. La disposición de motor/generador 45 es adecuada para generar

a partir de exceso de calor de distintos puntos de la instalación al menos en parte corriente eléctrica que se puede alimentar a una red de corriente general o se puede usar para hacer funcionar la instalación 20, 30 en particular del/ de los convertidores de hidrocarburos. Además, la disposición de motor/generador 45 puede estar unida con un cambiador de calor no mostrado en la Figura 8 en el convertidor de CO 31, que evacúa el calor que se produce durante el proceso exotérmico de conversión que se desarrolla en el convertidor de CO 31. Así, por un lado, el convertidor de CO 31 se puede refrigerar de manera controlada o regulada, lo que es ventajoso para la conducción del procedimiento y, por otro lado, se puede generar corriente eléctrica. La disposición de motor/generador 45 puede ser cualquier dispositivo que sea adecuado para convertir en corriente energía calorífica, por ejemplo, la combinación de una turbina de vapor y un generador o un motor de émbolo y un generador.

La disposición de motor/generador 45 durante el funcionamiento transforma en corriente eléctrica la parte del exceso de calor en la instalación, es decir, el calor que no se usa para conseguir la conversión carbono-agua.

La disposición de motor/generador 45 y los cambiadores de calor 25, 26 y 27 son elementos opcionales que se pueden emplear en todas las instalaciones que se han mencionado anteriormente. También el carbono conducido al exterior de la respectiva segunda salida de carbono 7, 7a, 7b contiene, a causa de la temperatura de funcionamiento en el respectivo convertidor de hidrocarburos 3, 3a, 3b una considerable energía calorífica. Dependiendo de la temperatura deseada del carbono conducido al exterior se puede evacuar una gran parte de esta energía calorífica mediante cambiadores de calor no mostrados en las figuras y continuar usándose en los procedimientos descritos en el presente documento y/o convertirse en corriente a través de la disposición de motor/generador 45.

En las instalaciones 30 y 40 para la generación de hidrocarburos sintéticos funcionales y/o no funcionales, la refrigeración de hidrógeno del convertidor de hidrocarburos 3, 3a, 3b y/o del gas de síntesis del convertidor de C 9 se realiza solo hasta el punto en el que no se quede por debajo de la temperatura de funcionamiento del convertidor de CO 31. La temperatura de funcionamiento de convertidor de CO 31 habitualmente se encuentra entre 200 a 400 °C, dependiendo del procedimiento empleado.

El convertidor de hidrocarburos 3 puede ser en todas las instalaciones que se han descrito anteriormente un reactor de alta temperatura que trabaja a una temperatura de más de 1.000 °C (por ejemplo, un reactor de Kvaerner de alta temperatura), o un reactor de baja temperatura que trabaja a una temperatura de entre 200 °C y 1.000 °C (por ejemplo, un reactor de Kvaerner de baja temperatura). Un reactor de baja temperatura probado actualmente trabaja a temperaturas de 400 a 900 °C. En el caso de un reactor de baja temperatura que trabaja a temperaturas de 200 a 900 °C se considera que se precaliente el carbono introducido en la unión 8 entre el convertidor de hidrocarburos 3 y el convertidor de C 9, ya que el convertidor de C 9 trabaja a temperaturas de 800 a 1.700 °C y preferentemente de 1.000 a 1.200 °C. A partir de las Figuras 7 y 8, además, es evidente que se puede usar una combinación de convertidores de hidrocarburos de alta temperatura y/o de baja temperatura en todas las instalaciones 1, 20, 30 y 40 que se han descrito anteriormente.

Asimismo, en todas las instalaciones 1, 20, 30 y 40 que se han descrito anteriormente se puede retirar una parte del carbono generado en el convertidor de hidrocarburos 3, 3a, 3b como negro de humo, carbón activado u otra materia prima, siempre que este carbono no se haga reaccionar en el convertidor de C 9 de la instalación 1, 20, 30, 40. Además, se señala que en todas las instalaciones que se han descrito anteriormente pueden estar previstos múltiples convertidores de C 9 que convierten, en cada caso, una parte del carbono generado con alimentación de agua hasta dar gas de síntesis. Además, opcionalmente en todas las instalaciones 30 y 40 que se han descrito anteriormente se puede realizar una conducción de retorno de partes no deseadas de los hidrocarburos funcionalizados y/o no funcionalizados generados sintéticamente en el convertidor de CO 31 a la entrada de hidrocarburos 4, 4a, 4b del convertidor de hidrocarburos 3.

En las instalaciones 1, 20, 30, 40 y en los procedimientos para la generación de gas de síntesis y/o hidrocarburos funcionalizados y/o no funcionalizados sintéticos se puede producir exceso de hidrógeno. Por ejemplo, si en un gas de síntesis con una baja proporción de H₂ queda todavía hidrógeno y dependiendo de los hidrocarburos sintéticos que se deben generar en el convertidor de CO 31 no es necesaria la alimentación de hidrógeno a la mezcladora 21 o al convertidor de CO 31. En estos casos, el exceso de hidrógeno se puede convertir también directamente mediante combustión o en una pila de combustible en corriente. Por ello, el procedimiento trabaja esencialmente sin aporte de corriente externo. Esto es particularmente ventajoso en instalaciones que se hacen funcionar en lugares remotos en los que no está disponible un abastecimiento general potente con corriente. Además se señala que también se puede conducir directamente fuera del procedimiento una parte del hidrógeno generado en el convertidor de hidrocarburos 3 y comercializar como materia prima.

En todas las instalaciones se pueden controlar las corrientes de carbono, gas de síntesis e hidrógeno o CO externo entre los convertidores 3, 9, 31 y la mezcladora mediante elementos de válvula, chapaletas, empujadores o similares. En particular se considera que se puede controlar el flujo de entrada de gas de síntesis e hidrógeno o CO al convertidor de CO 31 mediante válvulas. Un entremezclado de gas de síntesis e hidrógeno o CO en una relación deseada entonces se desarrolla directamente en el convertidor de CO 31.

En todas las instalaciones que se han representado anteriormente, el convertidor de CO 31 puede estar compuesto de múltiples convertidores de CO (no mostrados en los dibujos), pudiendo repartirse la cantidad total del hidrógeno

generado en el convertidor de hidrocarburos 3, 3a, 3b y separado y del gas de síntesis generado en el convertidor de C 9 discrecionalmente en los múltiples convertidores de CO.

5 Los convertidores de CO individuales tienen uno de los tipos constructivos y formas de funcionamiento que se han descrito anteriormente. Los convertidores de CO pueden presentar el mismo tipo constructivo y forma de funcionamiento o distintos tipos constructivos y formas de funcionamiento. En una realización con diferentes convertidores de CO, los convertidores de CO individuales pueden hacerse funcionar, en cada caso, con un gas de síntesis de diferente composición y proporcionar diferentes productos.

Para la aclaración adicional siguen algunos ejemplos de aplicación:

Ejemplo 1:

10 Si se toma 1 parte de metano y se escinde en el convertidor de hidrocarburos, entonces se obtiene una parte de carbono y dos partes de hidrógeno. El carbono se hace reaccionar en el convertidor de C con una parte de agua hasta dar una parte de monóxido de carbono y una parte de hidrógeno. Después de añadir 1,1 parte de hidrógeno se puede hacer reaccionar el gas de síntesis en el convertidor de CO hasta dar parafina. Entonces está disponible todavía suficiente hidrógeno para escindir la parafina en otra etapa hasta dar diésel, carburante de gasolina o queroseno.

Ejemplo 2:

20 Si se toma una parte de propano (butano) y se escinde en el convertidor de hidrocarburos, entonces se obtienen 3 (4) partes de carbono y 4 (5) partes de hidrógeno. El carbono se hace reaccionar en el convertidor de C con 3 (4) partes de agua hasta dar una mezcla de 3 (4) partes de monóxido de carbono y 3 (4) partes de hidrógeno. Si se añaden al gas de síntesis otras 3,3 (4,4) partes de hidrógeno, entonces se puede hacer reaccionar en el convertidor de CO hasta dar parafina. La cantidad del hidrógeno restante en ambos casos es justo lo suficiente para escindir la parafina en otra etapa hasta dar diésel, carburante de gasolina o queroseno.

Ejemplo 3:

25 Si se toma una parte de aceite pesado (por ejemplo $C_{20}H_{42}$) y se escinde en el convertidor de hidrocarburos, entonces se obtienen 20 partes de carbono y 21 partes de hidrógeno. El carbono se hace reaccionar en el convertidor de C con 20 partes de agua hasta dar 20 partes de monóxido de carbono y 20 partes de hidrógeno. Después de añadir las 21 partes de hidrógeno se puede hacer reaccionar el gas de síntesis en otro convertidor de CO hasta dar 20 partes de metanol.

30 Ya que en los procedimientos descritos en la presente memoria el hidrógeno que se genera en la escisión de hidrocarburos en el convertidor de hidrocarburos 3 se separa del carbono generado asimismo allí, el hidrógeno separado se puede suministrar de nuevo después de realizar la generación de un gas de síntesis pobre en hidrógeno precisamente a este gas de síntesis pobre en hidrógeno en cualquier relación discrecional. Así es posible una diversidad en la relación de hidrógeno a CO de 1,0 a 3,0. Mediante oxidación parcial de exceso de carbono se puede conseguir una relación de < 1,0 y mediante el no uso de exceso de carbono se puede conseguir una relación de > 3,0.

35 La invención se ha descrito mediante ejemplos de realización preferentes, pudiéndose combinar libremente entre sí y/o sustituirse las características individuales de los ejemplos de realización descritos, siempre que sean compatibles. Asimismo, se pueden omitir características individuales de los ejemplos de realización descritos, siempre que no sean obligados necesariamente. En una configuración particularmente sencilla de una instalación para la generación de hidrocarburos sintéticos funcionales y/o no funcionales, el convertidor de C puede estar configurado, por ejemplo, como conducto tubular sencillo (por ejemplo, un tubo de salida de un convertidor de hidrocarburos de alta temperatura que no presenta una unidad de separación) en la que desemboca una entrada de agua. A este respecto, la entrada de agua debe desembocar en el conducto tubular de tal manera que se consiga un buen entremezclado de las respectivas corrientes de medios. El conducto tubular debería estar rodeado por un aislamiento y podría estar unido, por ejemplo, en la zona de una entrada con una unidad calefactora para precalentar el conducto tubular en particular al comienzo del funcionamiento a una temperatura de funcionamiento. Más aguas abajo, el conducto tubular, a su vez, podría estar unido a un cambiador de calor que puede evacuar el exceso de calor y emplearlo, dado el caso, para calentar otras zonas de la instalación y/o para generar corriente. El conducto tubular puede presentar adicionalmente (por ejemplo aguas abajo del cambiador de calor) un conducto de entrada para hidrógeno, de tal manera que el mismo conducto tubular puede asumir no solo la función de un convertidor de C, sino también de una mezcladora para generar un gas de síntesis con una determinada relación de mezcla. El conducto de entrada para hidrógeno puede proceder, por ejemplo, de una salida de hidrógeno de un convertidor de hidrocarburos de baja temperatura (con unidad de separación). Un final de salida del conducto tubular en el que se puede descargar un gas de síntesis con una relación predeterminada de mezcla podría terminar entonces en un convertidor de CO.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la generación de gas de síntesis que presenta las siguientes etapas:

5 escisión de un fluido que contiene hidrocarburos hasta dar carbono e hidrógeno mediante un aporte de energía que se presta al menos en parte por calor, presentando el carbono y el hidrógeno después de la escisión una temperatura de al menos 200 °C;
 puesta en contacto de agua con al menos una parte del carbono que se ha obtenido a partir de la escisión a una temperatura de 800 a 1.700 °C, habiéndose enfriado el carbono obtenido por la escisión durante la puesta en contacto con el agua en como máximo el 50 % en °C en relación con su temperatura después de la escisión;
 10 conversión de al menos una parte del agua y del carbono obtenido mediante la escisión en un gas de síntesis; poniéndose en contacto el carbono obtenido mediante la escisión y el hidrógeno obtenido mediante la escisión conjuntamente con el agua.

2. Procedimiento para la generación de gas de síntesis que presenta las siguientes etapas:

15 escisión de un fluido que contiene hidrocarburos hasta dar carbono e hidrógeno mediante un aporte de energía que se presta al menos en parte por calor, presentando el carbono y el hidrógeno después de la escisión una temperatura de al menos 200 °C;
 puesta en contacto de agua con al menos una parte del carbono que se ha obtenido a partir de la escisión a una temperatura de 800 a 1.700 °C, habiéndose enfriado el carbono obtenido por la escisión durante la puesta en contacto con el agua en como máximo el 50 % en °C en relación con su temperatura después de la escisión;
 20 conversión de al menos una parte del agua y del carbono obtenido mediante la escisión en un gas de síntesis; separándose el hidrógeno obtenido mediante la escisión al menos en parte del carbono y, en concreto, antes de la puesta en contacto con el agua y
 añadiéndose mediante mezcla al menos en parte el gas de síntesis producido por la conversión en hidrógeno separado.

3. Procedimiento para la generación de gas de síntesis de acuerdo con la reivindicación 1 o 2,

25 realizándose la escisión a una temperatura de por encima de 1.000 °C y poniéndose en contacto el carbono a una temperatura de al menos 1.000 °C, en particular a una temperatura entre 1.000 °C y 1.200 °C con el agua; facilitándose el calor necesario para alcanzar la temperatura de 800 a 1.700 °C para la conversión preferentemente en esencia por completo por el calor que se aporta para la escisión del fluido que contiene hidrocarburos.

30 4. Procedimiento para la generación de gas de síntesis de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, usándose al menos una parte del calor del carbono y/o hidrógeno obtenido mediante la escisión y/o del gas de síntesis para el calentamiento del agua antes de la puesta en contacto con el carbono y/o para el calentamiento de un espacio de procedimiento en el que se pone en contacto el agua con el carbono y/o para la generación de corriente eléctrica que se facilita en particular como un portador de energía para aportar energía para la escisión del fluido que contiene hidrocarburos.
 35

5. Procedimiento para la generación de gas de síntesis de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, realizándose el aporte de energía para la escisión del fluido que contiene hidrocarburos principalmente a través de un plasma en particular en un reactor de Kvaerner.

6. Procedimiento para la generación de gas de síntesis de acuerdo con la reivindicación 5, poniéndose en contacto el carbono obtenido mediante la escisión y el hidrógeno obtenido mediante la escisión como aerosol con el agua.
 40

7. Procedimiento para la generación de hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados en el que se genera en primer lugar un gas de síntesis de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 y el mismo se pone en contacto con un catalizador adecuado para provocar una conversión del gas de síntesis en hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados, controlándose o regulándose la temperatura del catalizador y/o del gas de síntesis a un intervalo de temperaturas predeterminado.
 45

8. Procedimiento para la generación de hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados de acuerdo con la reivindicación 7, realizándose la conversión del gas de síntesis mediante uno de los siguientes procedimientos: procedimiento de Fischer-Tropsch, procedimiento de SMDS, procedimiento de Bergius-Pier, procedimiento de Pier o una combinación de un procedimiento de Pier con un procedimiento de MtL.

9. Procedimiento para la generación de un gas de síntesis que presenta lo siguiente:

un convertidor de hidrocarburos para escindir un fluido que contiene hidrocarburos en carbono e hidrógeno, que presenta al menos un espacio de procedimiento con al menos una entrada para un fluido que contiene hidrocarburos y al menos una salida para carbono y/o hidrógeno y al menos una unidad para aportar energía en el espacio de procedimiento que consta al menos en parte de calor;
 55 un convertidor de C para convertir agua y carbono que presenta al menos otro espacio de procedimiento con al

menos una entrada para agua, al menos una entrada para al menos carbono y al menos una salida, estando unida la entrada para al menos carbono directamente con la al menos una salida del convertidor de hidrocarburos;

5 estando configurados el convertidor de hidrocarburos, su salida, el convertidor de C y su entrada de tal manera que el carbono e hidrógeno configurados en el convertidor de hidrocarburos se conducen conjuntamente al convertidor de C.

10. Dispositivo para la generación de un gas de síntesis que presenta lo siguiente:

10 un convertidor de hidrocarburos para escindir un fluido que contiene hidrocarburos en carbono e hidrógeno, que presenta al menos un espacio de procedimiento con al menos una entrada para un fluido que contiene hidrocarburos y al menos una salida para carbono y/o hidrógeno y al menos una unidad para aportar energía en el espacio de procedimiento que consta al menos en parte de calor;

15 un convertidor de C para convertir agua y carbono que presenta al menos otro espacio de procedimiento con al menos una entrada para agua, al menos una entrada para al menos carbono y al menos una salida, estando unida la entrada para al menos carbono directamente con la al menos una salida del convertidor de hidrocarburos;

al menos una unidad de separación para separar el carbono y el hidrógeno producidos mediante la escisión que presenta salidas independientes para las sustancias separadas de la unidad de separación, estando unida la salida para carbono con el convertidor de C, estando prevista una alimentación independiente para el hidrógeno de la unidad de separación a un espacio de mezcla situado aguas abajo.

20 11. Dispositivo para la generación de un gas de síntesis de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, estando configurada la al menos una unidad para aportar energía en el espacio de procedimiento de tal manera que puede generar al menos localmente temperaturas por encima de 1.000 °C y/o presentando la al menos una unidad para aportar energía en el espacio de procedimiento una unidad de plasma en un reactor de Kvaerner.

25 12. Dispositivo para la generación de un gas de síntesis de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, formándose el espacio de procedimiento del convertidor de C por un tubo de salida del convertidor de hidrocarburos que está unido con una alimentación para agua.

13. Dispositivo para la generación de un gas de síntesis de acuerdo con la reivindicación 11, siendo el convertidor de hidrocarburos adecuado para generar un aerosol a partir de carbono e hidrógeno.

30 14. Dispositivo para la generación de un gas de síntesis de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 13, con al menos otro convertidor de hidrocarburos para escindir un fluido que contiene hidrocarburos en carbono e hidrógeno que presenta lo siguiente:

35 al menos un espacio de procedimiento con al menos una entrada para el fluido que contiene hidrocarburos, al menos una unidad para introducir energía en el espacio de procedimiento que consta al menos en parte de calor, una unidad de separación para la separación del carbono y del hidrógeno producido por la escisión con salidas independientes para carbono e hidrógeno, estando unida la salida para hidrógeno con la alimentación independiente para hidrógeno;

siendo el al menos un convertidor de hidrocarburos adicional del tipo que causa una escisión a temperaturas por debajo de 1.000 °C, en particular por debajo de 600 °C, mediante un plasma de microondas.

40 15. Dispositivo para convertir un gas de síntesis en hidrocarburos sintéticos funcionalizados y/o no funcionalizados que presenta lo siguiente:

45 un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 14 y un convertidor de CO con un espacio de procedimiento en el que está dispuesto un catalizador y medios para conducir el gas de síntesis en contacto con el catalizador y una unidad de control para controlar o regular la temperatura del catalizador y/o del gas de síntesis a una temperatura predeterminada.

16. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 15, presentando un convertidor de CO uno de los siguientes convertidores: un convertidor de Fischer-Tropsch, un convertidor de SMDS, un convertidor de Bergius-Pier, un convertidor de Pier o una combinación de un convertidor de Pier con un convertidor de MTL.

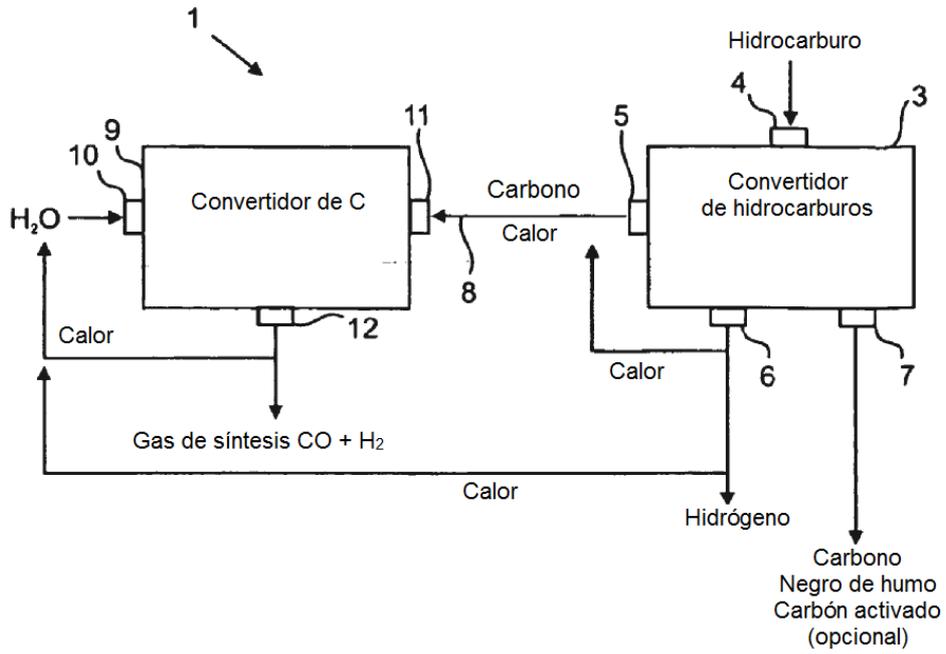


Fig. 1

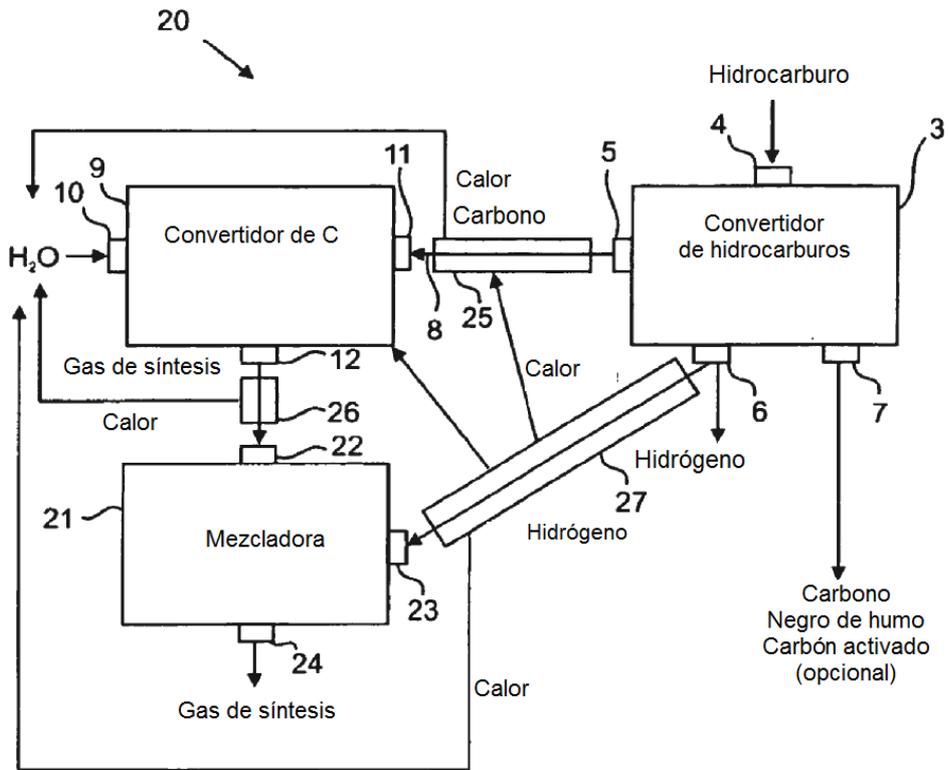


Fig. 2

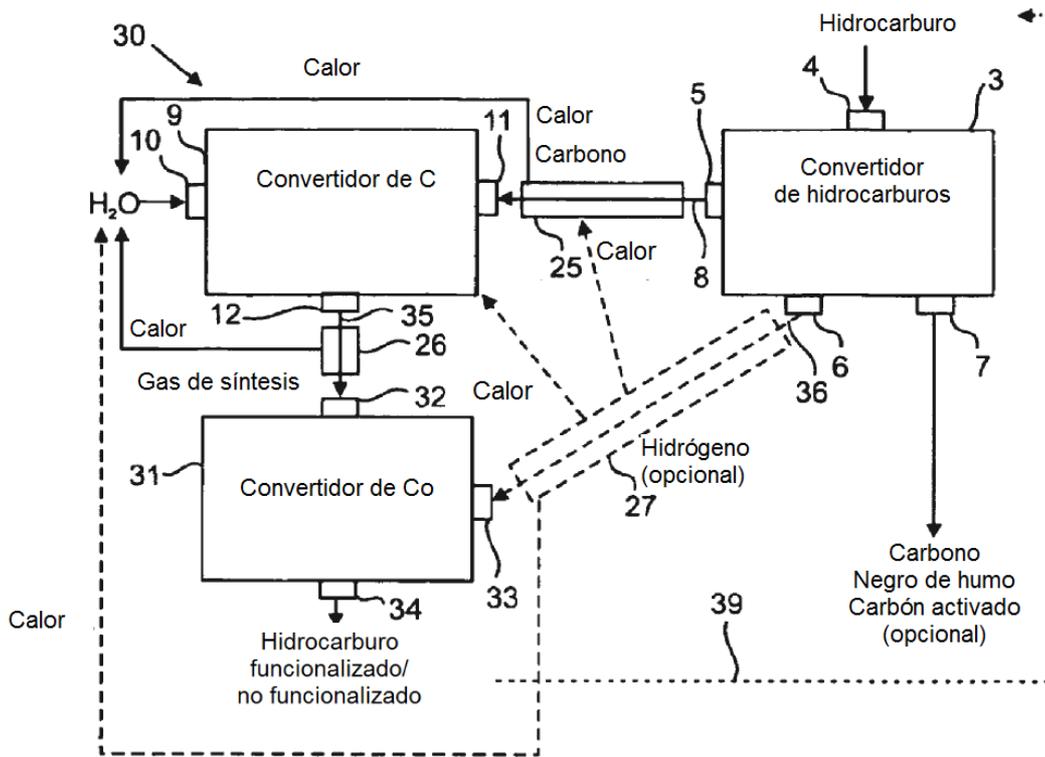


Fig. 3

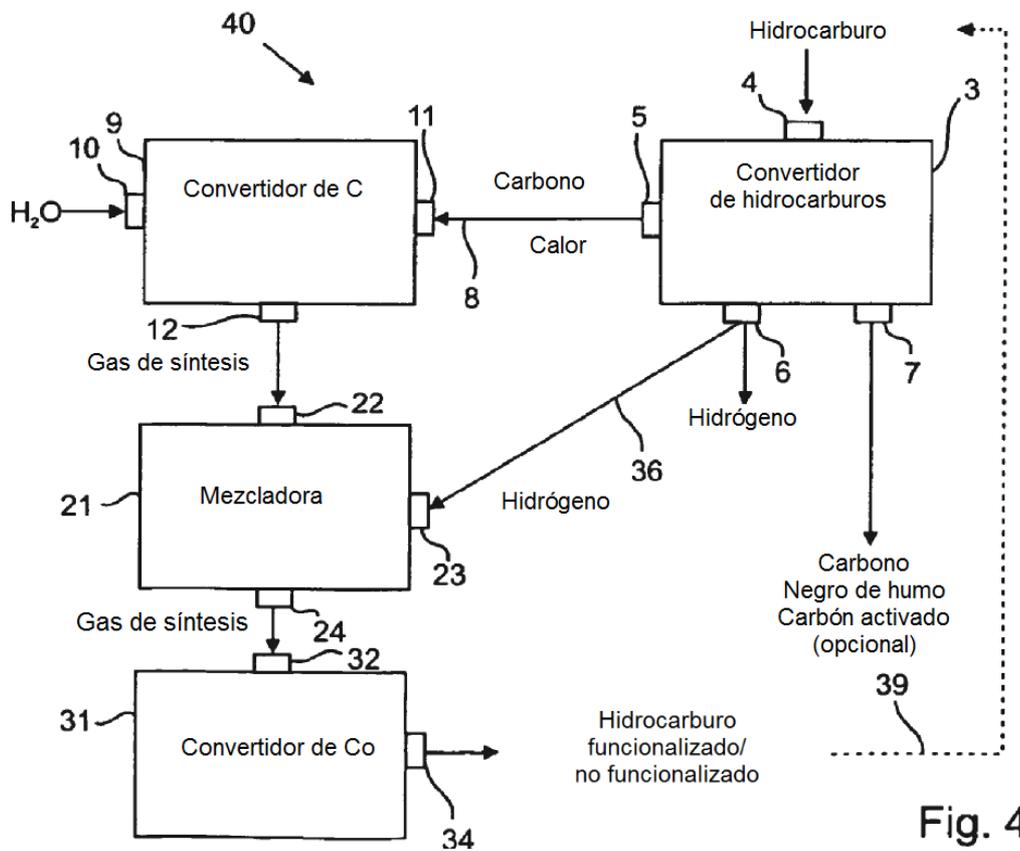
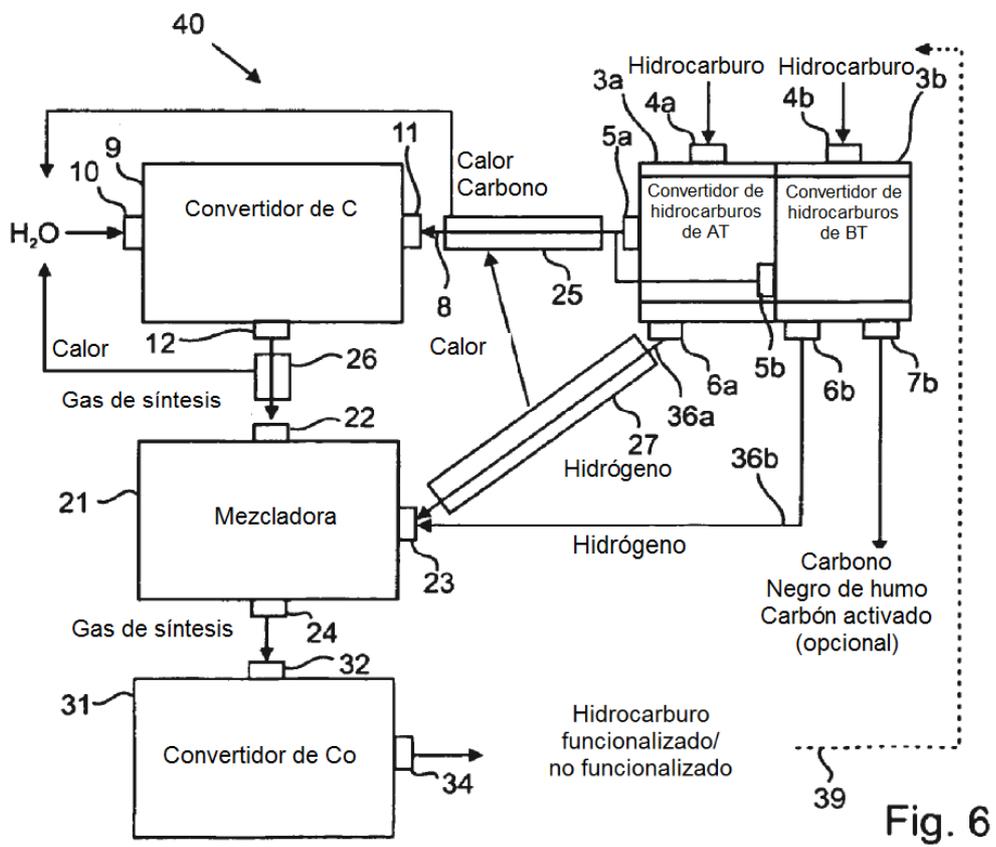
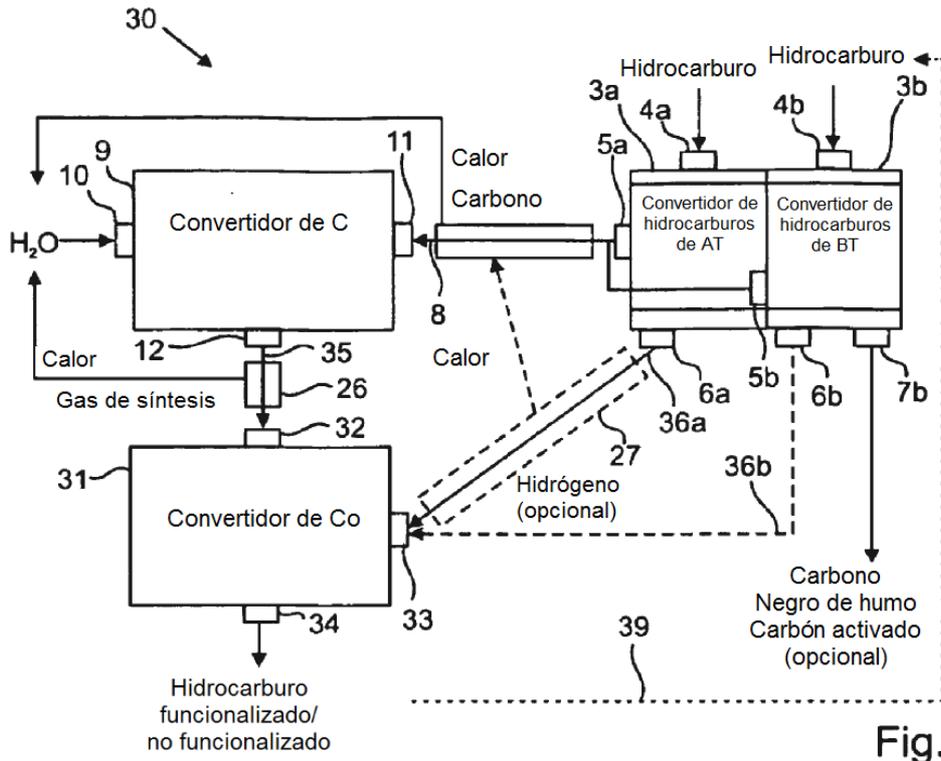


Fig. 4



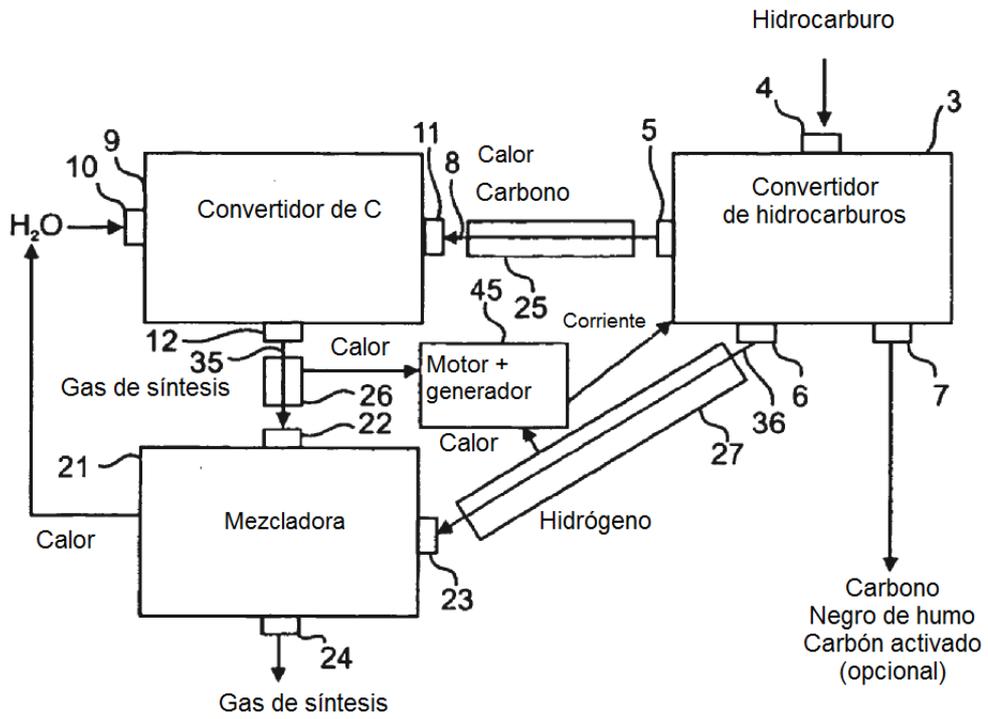


Fig. 7

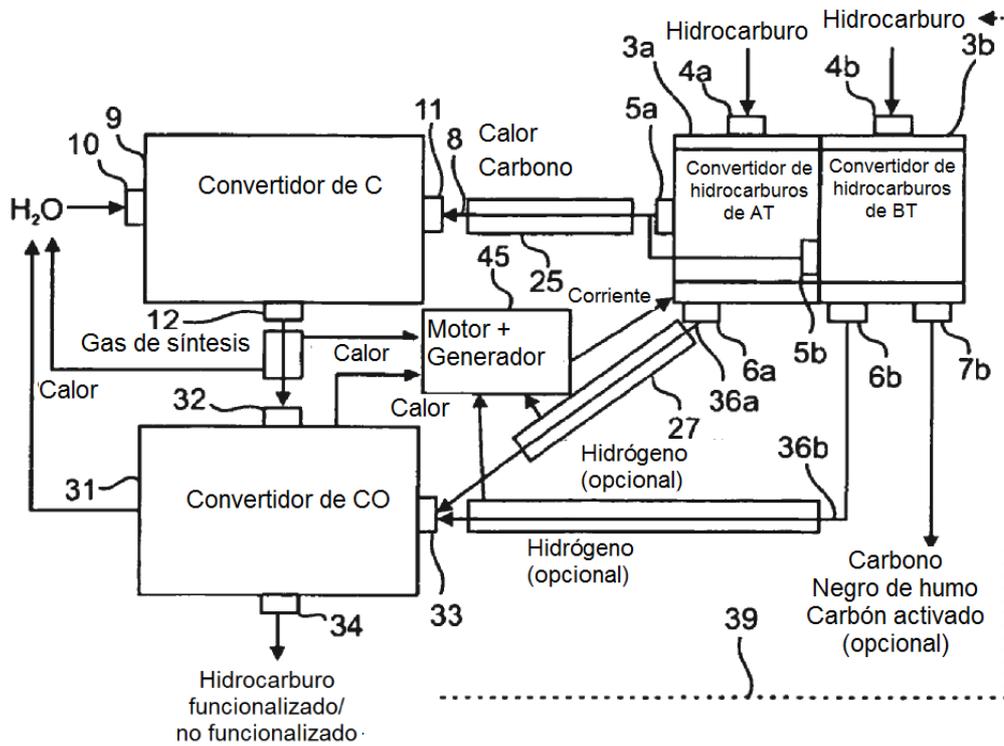


Fig. 8