

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 868**

51 Int. Cl.:

B01D 53/32 (2006.01)

B01J 19/08 (2006.01)

F23G 5/08 (2006.01)

F23G 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2003 E 11177054 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018 EP 2386347**

54 Título: **Un sistema de producción de gas sintético**

30 Prioridad:

08.05.2002 US 378357 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2018

73 Titular/es:

CHAN, BENJAMIN CHUN PONG (50.0%)
20 Couperthwaite Cres.
Markham, Ontario L3R 6N4, CA y
LAU, EDMUND KIN ON (50.0%)

72 Inventor/es:

CHAN, BENJAMIN CHUN PONG y
LAU, EDMUND KIN ON

74 Agente/Representante:

CAMPELLO ESTEBARANZ, Reyes

ES 2 686 868 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

Un sistema de producción de gas sintético

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional de Estados Unidos número de serie 60/378.357, presentada el 8 de mayo de 2002, e incorpora por la presente la materia objeto divulgada en la misma.

10 CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a un sistema de producción de gas sintético a partir de residuos de alto valor calorífico que comprende el tratamiento de efluentes gaseosos procedentes de un sistema de tratamiento de residuos industriales o peligrosos.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los residuos peligrosos afectan a la salud humana debido a su toxicidad, capacidad de deflagración, corrosividad, reactividad e infección, además de ser una fuente importante de contaminación. Los residuos peligrosos han sido eliminados generalmente en vertederos, por incineración y reciclado. Sin embargo, como los incidentes por eliminación inadecuada de residuos, tales como emisiones de sustancias tóxicas en vertederos y plantas de incineración (por ejemplo, dioxinas de la incineración y lixiviados tóxicos de vertederos) comienzan a producir problemas ecológicos y de salud importantes, la sensibilización pública ha conducido a un aumento de la legislación y a políticas de protección medioambiental más restrictivas. Estas políticas han conducido a la búsqueda de otras alternativas de eliminación más eficaces, fiables y rentables.

Se han propuesto varios métodos basados en el arco de plasma para destruir los residuos orgánicos e inorgánicos en todas las formas, para convertir los residuos peligrosos en un gas sintético combustible para la generación de electricidad, y para vitrificar los materiales no combustibles formando un vidrio estable que pueda ser eliminado de forma segura. Sin embargo, estos métodos se consideran ineficaces y tienen costes operativos y de capital muy elevados.

En general, se han propuesto dos tecnologías de arco de plasma, los sistemas de antorcha de plasma (en modo transferido y no transferido) y de arco de plasma con electrodo de grafito (CA o CC), para generar el arco de plasma para la destrucción de los residuos peligrosos o para los procesos de conversión.

Los sistemas que emplean la antorcha de plasma no son generalmente tan eficaces energéticamente como los que usan electrodos de grafito debido a la mayor pérdida de energía del agua de refrigeración de la antorcha de plasma. La eficiencia de la antorcha de plasma es generalmente menor de 70 %, especialmente cuando la antorcha de plasma metálico se sitúa y se opera dentro de un reactor/vasija caliente. Por lo tanto, las antorchas de plasma solo son eficaces para el calentamiento de gas y en el procesamiento o fabricación de materiales especiales, y no son prácticas ni económicas para la fusión de materiales. Además, cuando se usa aire como gas para obtener el plasma, se producen óxidos de nitrógeno (NO_x) y cianuro de hidrógeno (HCN) debido a las reacciones del nitrógeno en el gas de trabajo del plasma de aire con el oxígeno y los hidrocarburos en la vasija/reactor a altas temperaturas. Además, el vapor de agua generado en la vasija se condensará sobre la superficie de la capa metálica de la antorcha de plasma. En consecuencia, se depositará negro de carbón/hollín junto con los materiales tóxicos no disociados y se acumulará sobre la capa de metal húmedo fría lo que producirá la destrucción incompleta de los residuos peligrosos. Cuando la antorcha de plasma se retira de la vasija para el mantenimiento, los trabajadores estarán expuestos entonces a los materiales tóxicos.

50

La vida media de los electrodos y la estabilidad (rendimiento) del arco de plasma generado por las antorchas de plasma también dependen de la atmósfera dentro de la vasija/reactor. Por lo tanto, la operación de los sistemas de antorcha de plasma es más complicada que la de los sistemas de arco de plasma con electrodo de grafito. Las antorchas de plasma metálico precisan de agua de refrigeración a alta presión para enfriar los componentes internos. La química y la conductividad eléctrica del agua de refrigeración deben ser controladas y ajustadas con el fin de evitar la corrosión química y las deposiciones minerales dentro de la antorcha. Estos requisitos hacen necesario un equipo auxiliar caro que aumenta los costes de capital y operativos.

Otros sistemas emplean tecnologías de arco de plasma eléctrico con electrodo de grafito. Estos sistemas pueden

conducir bien a una oxidación importante de los electrodos de grafito o bien la excesiva formación de partículas finas de negro de carbón/hollín en la corriente de subproducto gaseoso. Se ha desarrollado un sistema con electrodos de grafito de CA y CC combinados para proporcionar simultáneamente la generación de un arco eléctrico y el calentamiento por resistencia por efecto Joule en el baño simultáneamente. Otras tecnologías emplean un sistema de electrodos concéntricos y un electrodo superior único de grafito de CC con un fondo conductor para la fusión y gasificación. Sin embargo, la conductividad eléctrica del electrodo inferior se debe mantener en todo momento en el sistema del electrodo superior único de grafito de CC, especialmente cuando el electrodo inferior de la vasija/reactor frío está cubierto por una capa de escoria que no es eléctricamente conductora a bajas temperaturas. El documento US6153158 divulga un concepto para el tratamiento de efluentes gaseosos de una operación de tratamiento de residuos haciendo pasar los gases a través de una antorcha de plasma acoplada inductivamente.

Se ha encontrado que la cinética de la formación del negro de carbón es muy elevada durante el craqueo de hidrocarburos en condiciones ligeramente reductoras. Por lo tanto, el negro de carbón/hollín se produce siempre en el proceso reductor de gasificación por arco de plasma y debe eliminarse antes del sistema de control de la contaminación del aire aguas abajo. El aumento del tiempo de residencia de los subproductos dentro de la vasija/reactor o el aumento de la temperatura operativa ayuda a eliminar el negro de carbón. Sin embargo, el aumento del tiempo de residencia necesita usar un dispositivo más grande o reducir el caudal de residuos alimentado. Por consiguiente, se han propuesto algunos sistemas que incluyen una cámara de post-combustión o un dispositivo de oxidación térmico para aumentar la cinética de la reacción mediante el entorno turbulento como un proceso secundario de tratamiento de gas para asegurar una combustión completa. Sin embargo, en estos métodos se usan aire y combustible para generar el elevado calor para el proceso de oxidación. En consecuencia, en estos sistemas se puede producir una corriente secundaria de residuos, tal como óxidos de nitrógeno, en tal atmósfera oxidante.

Sería ventajoso tener un sistema y un método para el tratamiento del efluente gaseoso de los sistemas de tratamiento de residuos que aborde, al menos en parte, estas deficiencias. La presente invención proporciona un sistema de producción de gas sintético como se define en la reivindicación 1.

Las características preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Ahora se hará referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos que muestran una realización de la presente invención, y en los que:

la Figura 1 muestra un diagrama de un sistema de tratamiento de residuos de acuerdo con la presente invención;
la Figura 2 muestra un diagrama de bloques de la vista en planta superior del sistema de tratamiento de residuos; y
la Figura 3 muestra un perfil transversal de un dispositivo de oxidación ciclónico de acuerdo con la presente invención.

En las diferentes figuras se usan los mismos numerales para representar componentes similares.

Con referencia en primer lugar a la Figura 1 que muestra un diagrama de un sistema de tratamiento de residuos 100, de acuerdo con la presente invención, y a la Figura 2, que muestra un diagrama de bloques de la vista en planta superior del sistema de tratamiento de residuos 100. El sistema 100 incluye un gasificador/horno de fusión por arco de plasma de CC con electrodo de grafito 4 y un dispositivo de oxidación ciclónico por antorcha de plasma 3. El material de residuo se introduce en el gasificador/horno de fusión 4 que funde el material no combustible y disocia los materiales orgánicos. El gasificador/horno de fusión 4 produce un efluente gaseoso que es conducido hacia el dispositivo de oxidación ciclónico 3. A continuación, el dispositivo de oxidación ciclónico 3 trata el efluente gaseoso de acuerdo con la presente invención. El gasificador/horno de fusión 4 también se puede denominar cámara de gasificación/vitrificación.

Antes de alimentar el residuo peligroso en el gasificador/horno de fusión por arco de CC con electrodo de grafito 4 para su destrucción, el gasificador/horno de fusión 4 se precalienta a una temperatura por encima de 1.500 °C fundiendo chatarra de acero en el gasificador/horno de fusión 4. El gasificador/horno de fusión 4 está revestido con material refractario, y las paredes laterales y la cubierta del gasificador/horno de fusión por arco de CC 4 están refrigeradas por agua para extender la vida útil del material refractario minimizando la erosión mecánica y la corrosión química por acción del fundido. El sistema refractario sirve para contener el fundido y minimizar las pérdidas de calor en el gasificador/horno de fusión 4. El material refractario también es compatible químicamente con la escoria y con el subproducto gaseoso generado.

Como se muestra en la Figura 2, los dos electrodos de grafito penetran a través de la cubierta del gasificador/horno

de fusión 4. Las abrazaderas de electrodo 16 y 17 mantienen los electrodos de grafito y están conectadas a la fuente de alimentación de CC 2. La abrazadera de electrodo 16 está conectada al cátodo, y la abrazadera de electrodo 17 está conectada al ánodo de la fuente de alimentación 2. Las abrazaderas de electrodo 16 y 17 están acopladas a los brazos portaelectrodos 15 como parte de un sistema de guía de los electrodos de respuesta automática que mueve los brazos portaelectrodos 15. El sistema de guía de los electrodos de respuesta automática mueve los brazos portaelectrodos 15 de forma que se ajusta la posición relativa de los dos electrodos de grafito y su posición con respecto al material fundido en el crisol del gasificador/horno de fusión 4. El ajuste de la posición relativa de los electrodos de grafito afecta a la longitud del arco. Se usa una junta para electrodos en la cubierta para permitir el ajuste de los electrodos evitando a la vez que el aire ambiente penetre y que el subproducto gaseoso escape del gasificador/horno de fusión por arco de CC 4.

Una ventana de visualización 25 en el gasificador/horno de fusión 4 permite la inserción constante de chatarra de acero. El electrodo anódico sujeto por la abrazadera de electrodo 17 está enterrado en la chatarra de acero, y el electrodo catódico sujeto por la abrazadera de electrodo 16 se sitúa por encima de la chatarra de acero sólida. A continuación, el electrodo catódico se hace descender lentamente hasta que se establece un arco entre el electrodo catódico y la chatarra de acero. La chatarra de acero comienza a fundirse para formar un baño fundido a una temperatura por encima de 1.500 °C. Cuando la chatarra de acero está totalmente fundida en el crisol, el electrodo catódico se eleva entonces para obtener una longitud de arco grande y el electrodo anódico permanece sumergido en el baño fundido.

El sistema 100 incluye un mecanismo de alimentación para introducir residuos peligrosos sólidos en el gasificador/horno de fusión 4. En otra realización, en lugar de recibir directamente residuos peligrosos sólidos, el gasificador/horno de fusión 4 puede recibir subproductos tóxicos de procesos químicos o de incineración principal. El proceso químico o de incineración principal genera subproductos tóxicos que se reducen a una escoria estable no tóxica en el gasificador/horno de fusión 4.

En la presente realización, el mecanismo de alimentación incluye una cinta transportadora 20 y una cámara estanca a los gases 22 que está conectada al gasificador/horno de fusión 4. Una entrada estanca a los gases 21 separa la cinta transportadora y la cámara estanca a los gases 22, y una puerta estanca a los gases y refrigerada por agua 24 separa la cámara estanca a los gases 22 y el gasificador/horno de fusión 4.

Los residuos se pueden suministrar a través de la cinta transportadora 20 a la cámara estanca a los gases 22 a través de la entrada estanca a los gases 21. Después de que se ha suministrado un lote de residuos en la cámara estanca a los gases 22, a continuación, se cierra la entrada estanca a los gases 21. Entonces se hace el vacío en la cámara estanca a los gases 22 para eliminar el aire de la cámara estanca a los gases 22 abriendo la válvula de control de vacío 14. A continuación, se cierra la válvula de control de vacío 14 y se abre la válvula de control del dióxido de carbono 13 para rellenar la cámara estanca a los gases 22 con dióxido de carbono para evitar que los subproductos gaseosos salgan del gasificador/horno de fusión por arco de CC 4 cuando la puerta estanca a los gases y refrigerada por agua 24 comience a abrirse. La cámara estanca a los gases 22 incluye un cilindro hidráulico resistente a las altas temperaturas 23 para impulsar los residuos hacia adelante en la cámara estanca a los gases 22. Cuando la puerta estanca a los gases 24 está totalmente abierta, el cilindro 23 empuja los residuos dentro del gasificador/horno de fusión por arco de CC 4 a través de un conducto en la pared lateral o en la cubierta. Una vez que los residuos han sido empujados en el gasificador/horno de fusión 4, el cilindro 23 se retrae a su posición original en la cámara estanca a los gases 22. A continuación se cierra la puerta estanca a los gases y refrigerada por agua 23, la válvula 13 se cierra y la válvula de vacío 14 se abre para eliminar el dióxido de carbono en la cámara estanca a los gases 22 hasta que la entrada estanca a los gases 21 comienza a abrirse para recibir residuos adicionales desde la cinta transportadora 20 para completar un ciclo de alimentación de residuos sólidos.

Para residuos peligrosos líquidos y gaseosos, los residuos se miden y se bombean a través de una boquilla de atomización retráctil resistente a las altas temperaturas en la pared lateral sobre el baño fundido en el gasificador/horno de fusión por arco de CC 4. Se usa vapor de agua como gas portador y para purgar la línea de alimentación de líquido/gas para la limpieza.

En el interior del gasificador/horno de fusión 4, los residuos se exponen a una atmósfera extremadamente caliente y al arco eléctrico generado entre el electrodo catódico 16 y el hierro fundido. La materia orgánica en el residuo se disocia en sus formas atómicas. Debido a la condición de temperatura elevada extrema, se puede evitar completamente la formación de dioxina/furano. La materia no combustible que incluye metales y vidrios se funde y se mezcla con el hierro fundido para producir la escoria y metal líquidos en el crisol. La escoria y metal se retiran ocasionalmente del gasificador/horno de fusión por arco de CC 4 abriendo una piqueta 19 con un taladro. En las

paredes laterales, la cubierta y el fondo hay instalados termopares para controlar la temperatura del desagüe de seguridad y la temperatura refractaria. Si las temperaturas refractarias y del desagüe de seguridad comienzan a disminuir, se aumenta la potencia de los electrodos aumentando la corriente o la tensión en el electrodo catódico. La presión dentro del gasificador/horno de fusión por arco de CC 4 se mantiene en valores negativos para evitar la liberación a la atmósfera de subproductos mediante un extractor de un sistema de control de la contaminación del aire 8.

El gas producido por el gasificador/horno de fusión 4 se trata en el dispositivo de oxidación ciclónico 3. El dispositivo de oxidación ciclónico 3 está acoplado con el gasificador/horno de fusión 4 para recibir los subproductos gaseosos producidos en el gasificador/horno de fusión 4. Los subproductos gaseosos generados en el gasificador/horno de fusión por arco de CC 4 pueden incluir, en una realización, monóxido de carbono, hidrógeno, hidrocarburos ligeros, negro de carbón y una pequeña cantidad de dióxido de carbono. El negro de carbón/hollín siempre representa un problema operativo importante en la recuperación de la energía y los sistemas de control de la contaminación del aire posteriores debido a su pequeño tamaño de partícula. Además, el negro de carbón/hollín puede actuar como lugar de nucleación para que se formen de nuevo compuestos orgánicos tóxicos. Este efluente gaseoso entra en el dispositivo de oxidación ciclónico 3 tangencialmente a una velocidad muy elevada, creando de este modo una condición ciclónica en el dispositivo de oxidación ciclónico 3. En una realización, el dispositivo de oxidación ciclónico 3 se dispone de forma aproximadamente horizontal, con una ligera pendiente descendente desde el extremo aguas arriba al extremo aguas abajo.

Con respecto ahora a la Figura 3, que muestra una vista en sección transversal del dispositivo de oxidación ciclónico 3 de acuerdo con la presente invención. Se usa una tubería de efluente gaseoso recta vertical forrada de material refractario 26 para conectar el gasificador/horno de fusión por arco de CC 4 y el dispositivo de oxidación ciclónico 3. La tubería de efluente gaseoso 26 inyecta el subproducto gaseoso tangencialmente en fondo del dispositivo de oxidación ciclónico 3 cerca de su extremo aguas arriba. La tubería de efluente gaseoso recta vertical 26 minimiza la caída de presión entre el gasificador/horno de fusión por arco de CC 4 y el dispositivo de oxidación ciclónico 3 con el fin de mejorar el caudal de la corriente de efluente gaseoso en el dispositivo de oxidación ciclónico 3. La eficacia de la reacción de oxidación aumenta por la mezcla interna intensa entre el subproducto gaseoso y el oxígeno atómico inyectado y el vapor de agua producido por la fuerza de la acción ciclónica en el dispositivo de oxidación ciclónico 3.

En otra realización, el dispositivo de oxidación ciclónico 3 trata el efluente gaseoso generado por una reacción química principal o un proceso de incineración, en cuyo caso el efluente gaseoso se suministra directamente en el dispositivo de oxidación ciclónico 3. En tal caso, el gasificador/horno de fusión 4 puede ser innecesario.

El dispositivo de oxidación ciclónico 3 incluye una antorcha de plasma de CC 18 situada en su extremo aguas arriba. La antorcha de plasma 18 precalienta el dispositivo de oxidación ciclónico por encima de 1.300 °C. La antorcha de plasma de CC 18 está alimentada por una fuente de alimentación de CC 1. En una realización, la fuente de alimentación de CC 1 para la antorcha de plasma 18 está separada de la fuente de alimentación de CC 2 del gasificador/horno de fusión 4, de forma que se asegura que el dispositivo de oxidación ciclónico 3 siga operativo si la fuente de alimentación 2 del gasificador/horno de fusión 4 falla. El dispositivo de oxidación ciclónico 3 está revestido con el material refractario 32 y se han situado termopares 27, 28 y 29 a lo largo de la cara interior del material refractario 32 para controlar la temperatura de la cara caliente. Si las temperaturas caen por debajo de 1.350 °C durante el proceso de tratamiento, se aumenta la potencia de la antorcha de plasma 18 o la inyección de oxígeno. La operación de la antorcha de plasma 18 puede estar controlada mediante un controlador del proceso 6 (Figura 2) mediante un bucle de retroalimentación. De acuerdo con la presente invención, el controlador del proceso 6 puede incluir un microcontrolador programado adecuadamente para ejecutar una serie de instrucciones o funciones para implementar etapas de control y proporcionar señales de control.

La antorcha de plasma 18 emplea una mezcla de dióxido de carbono y oxígeno como gas de trabajo para el plasma. Los gases se mezclan inicialmente en un mezclador dinámico 5 que regula de forma sensible la composición de la mezcla de gases y controla el caudal de la mezcla de gases según las condiciones operativas deseadas y las necesidades de gas para el plasma. En un modo de realización, el contenido de oxígeno en la mezcla de gases es del 15 % al 25 % en volumen y preferiblemente del 21 %. En el mezclador dinámico 5 se incluye un sensor de oxígeno para controlar el contenido de oxígeno en la mezcla de gases. El uso de dióxido de carbono y de oxígeno como gases de trabajo evita la formación de óxidos de nitrógeno y cianuro de hidrógeno. El mezclador dinámico 5 puede recibir señales de control del controlador del proceso 6.

Cuando la mezcla de gases se ioniza en la zona del arco de plasma en la que la temperatura excede los 5.000 °C, el dióxido de carbono se disocia en monóxido de carbono y oxígeno atómico que es muy reactivo. La combinación de

- la presencia del oxígeno atómico reactivo con el entorno turbulento mejorado dentro del dispositivo de oxidación ciclónico 3, hace que el negro de carbón/hollín y los materiales tóxicos efímeros en el subproducto gaseoso puedan ser eficazmente transformados y destruidos. Las partículas en el subproducto gaseoso se funden para formar una capa fundida retenida sobre las paredes laterales por la fuerza centrífuga creada por la acción del ciclón en el dispositivo de oxidación ciclónico 3. El material fundido fluye descendiendo hacia el fondo de la corriente inferior, que está equipado con un conducto 33 acoplado con un recipiente 34 para recibir el material fundido. A continuación, los materiales fundidos solidifican en el recipiente 34 y se retiran y se vuelven a introducir en gasificador/horno de fusión por arco de CC 4 para la vitrificación de la escoria.
- 10 El oxígeno y el vapor de agua se miden y se inyectan en el dispositivo de oxidación ciclónico 3 como agente oxidante a través de las válvulas de control 10 y 11. Los gases se atomizan mediante las boquillas de atomización resistentes a la elevada temperatura 30 y 31. El controlador del proceso 6 incluye un sensor de control del efluente gaseoso en línea para analizar la composición del subproducto gaseoso en monóxido de carbono, hidrógeno, hidrocarburos y dióxido de carbono. A partir de los datos analizados, el controlador del proceso 6 envía rápidamente una señal de control del proceso a las válvulas de control 10 y 11 para controlar las inyecciones de oxígeno y vapor de agua. Con residuos con valores de bajo poder calorífico, el dispositivo de oxidación ciclónico 3 convierte completamente el subproducto gaseoso en residuos y dióxido de carbono para producir un gas de escape limpio en la atmósfera aumentando la inyección de oxígeno o de vapor de agua hasta que la concentración total de hidrocarburos ligeros y de monóxido de carbono es menor de 20 ppm. Con residuos con valores de alto poder calorífico, el subproducto gaseoso final puede ser un gas sintético combustible de alta calidad para la generación de electricidad. Cuando la concentración de dióxido de carbono está por encima del 3 %, se disminuye la inyección de vapor de agua y/o de oxígeno. Y cuando la concentración del dióxido de carbono está por debajo del 1 %, se aumenta la inyección de oxígeno y de vapor de agua.
- 25 Haciendo referencia de nuevo a la Figura 1, el calor sensible en el subproducto gaseoso generado por el dispositivo de oxidación ciclónico 3 se recupera mediante un intercambiador de calor 7 para producir agua caliente o vapor de agua para mejorar la eficacia del proceso global. El vapor de agua se recicla al sistema de alimentación del residuo líquido/gaseoso como gas portador y al dispositivo de oxidación ciclónico 3 como agente oxidante. El gas enfriado es tratado por el sistema de control de contaminación del aire 8 antes de que el producto final gaseoso se almacene como gas sintético combustible que contiene principalmente hidrógeno y monóxido de carbono, o el producto final gaseoso se comprime en un compresor 9 para producir dióxido de carbono licuado.
- Ciertas adaptaciones y modificaciones de la invención serán obvias para los expertos en la técnica. Por lo tanto, las realizaciones analizadas anteriormente se consideran ilustrativas y no restrictivas, el alcance de la invención se indica mediante las reivindicaciones adjuntas en lugar de la descripción anterior, y todos los cambios que entran dentro del significado y rango de equivalencia de las reivindicaciones están, por lo tanto, destinados a incluirse en las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de producción de gas sintético a partir de residuos de alto valor calorífico, que comprende una etapa de tratamiento de residuos primario (4), recibiendo dicha etapa de tratamiento de residuos primario los
5 desechos de alto valor calorífico y produciendo un efluente gaseoso de subproducto;
una etapa de tratamiento de residuos secundario (3) acoplada a dicha etapa de tratamiento de residuos primario y que recibe dicho efluente gaseoso de subproducto, incluyendo dicha etapa de tratamiento de residuos secundario:
 - 10 una cámara cilíndrica forrada de material refractario que tiene una ventana de entrada para recibir tangencialmente dicho efluente gaseoso de subproducto y una ventana de salida; y
una antorcha de plasma alimentada por CC (18) próxima a la ventana de entrada dentro de dicha cámara, recibiendo dicha antorcha un gas de trabajo libre de nitrógeno que incluye una mezcla de dióxido de carbono y oxígeno, en donde dicha antorcha de plasma calienta dicha cámara y dicho efluente gaseoso de subproducto se convierte en un gas sintético, que se expulsa a través de dicha ventana de salida;
 - 15 un inyector de oxígeno (10) y un inyector de vapor de agua (11) en comunicación con dicha cámara cilíndrica forrada de material refractario para oxígeno atomizado e inyecciones de vapor de agua atomizado; sensores de temperatura (27, 28, 29) en dicha cámara cilíndrica forrada de material refractario para medir una temperatura de dicha cámara cilíndrica forrada de material refractario y un sensor de control de gas para analizar la composición de dicho efluente gaseoso de subproducto; y
 - 20 un controlador del proceso (6) acoplado a dichos sensores para recibir datos de dichos sensores y acoplados a dichos inyectores para controlar la inyección de oxígeno y vapor de agua.
2. El sistema de producción de gas sintético según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de
tratamiento de residuos primario incluye una cámara de gasificación/vitrificación.
- 25 3. El sistema de producción de gas sintético según la reivindicación 2, en el que dicha etapa de tratamiento de residuos primario incluye un gasificador/horno de fusión por arco de plasma con electrodo de grafito.
4. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho inyector de oxígeno y dicho
30 inyector de vapor de agua incluyen boquillas de atomización resistentes al calor en comunicación de fluido con dicha cámara.
5. El sistema de cualquier reivindicación anterior, que incluye además un mezclador dinámico acoplado a
dicha antorcha de plasma y que proporciona dicho gas de trabajo, recibiendo dicho mezclador un suministro de gas
35 de oxígeno y un suministro de gas de dióxido de carbono, en el que dicho mezclador mezcla dichos suministros de gas en respuesta a las señales de control de dicho controlador del proceso.
6. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicha antorcha de plasma
40 incluye una zona de plasma que funciona a una temperatura superior a 5000 °C.
7. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los sensores de temperatura
son operativos para mantener la temperatura dentro de la cámara a más de 1300 °C.
8. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicha cámara está dispuesta
45 horizontalmente, y en el que dicha cámara incluye un extremo aguas arriba, un extremo aguas abajo, y una pared lateral entre las mismas.
9. El sistema de la reivindicación 8, en el que dicha antorcha de plasma penetra dicho extremo aguas
arriba, dicha ventana de entrada incluye un tubo de entrada, y dicho tubo de entrada penetra en dicha pared lateral
50 tangencialmente y cerca de dicho extremo aguas arriba.

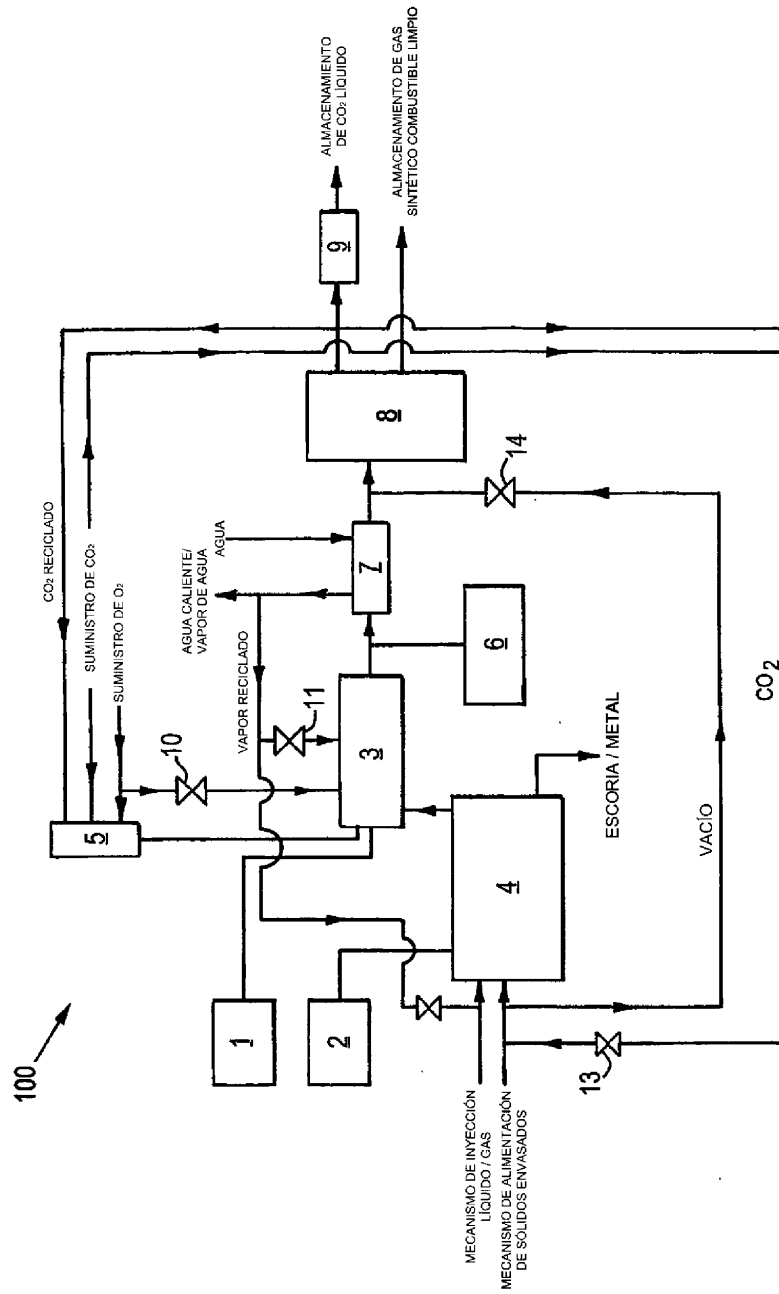


FIG. 1

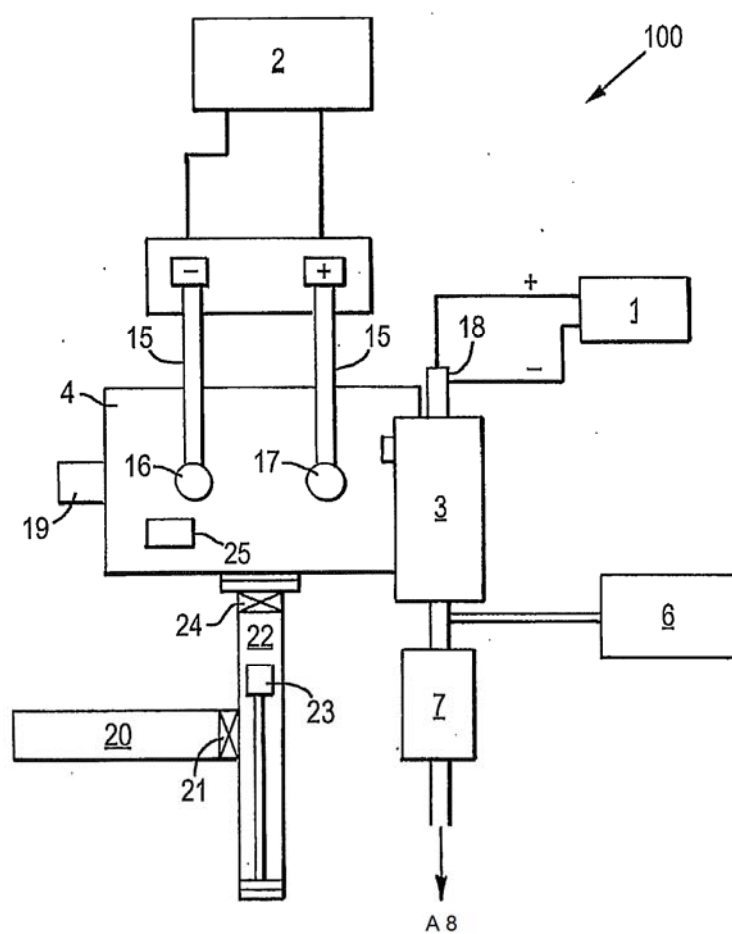


FIG. 2

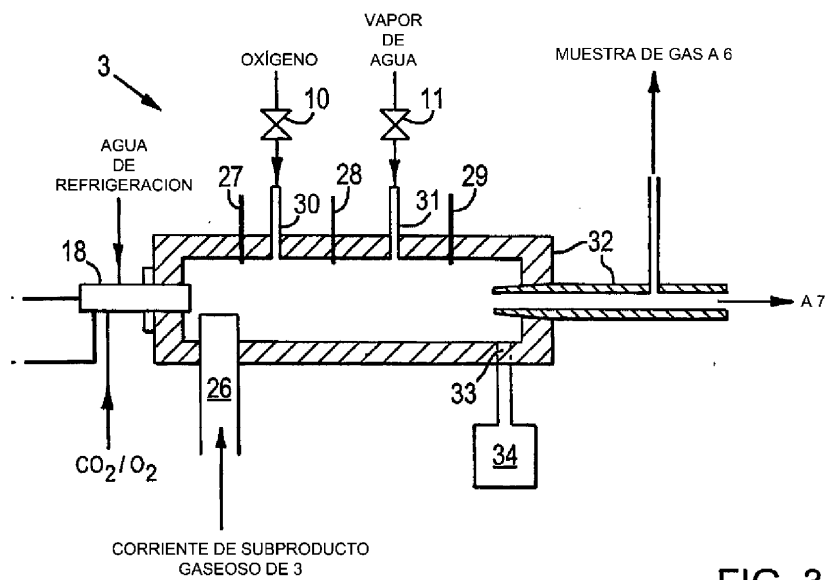


FIG. 3